

**PROTOTIPO DE LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS MÓVILES Y PORTÁTI-
LES
POR MEDIO DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LA
UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR**

ÁNGEL MAURICIO SOTO MOSQUERA

CARLOS ENRIQUE BELTRÁN RODRÍGUEZ

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 2013**

**PROTOTIPO DE LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS MÓVILES Y PORTÁTI
LES
POR MEDIO DE IDENTIFICACIÓN POR RADIOFRECUENCIA EN LA
UNIVERSIDAD LIBRE SEDE BOSQUE POPULAR**

ÁNGEL MAURICIO SOTO MOSQUERA

CARLOS ENRIQUE BELTRÁN RODRÍGUEZ

**PROYECTO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO DE SISTEMAS**

ASESOR Ing. NESTOR FORERO

**UNIVERSIDAD LIBRE
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
BOGOTÁ D. C.
FEBRERO 2013**

Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del jurado

Bogotá, Febrero de 2013

Contenido

INTRODUCCIÓN	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	12
DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	12
JUSTIFICACIÓN.....	13
OBJETIVOS.....	14
GENERAL	14
ESPECÍFICOS	14
ALCANCE	15
DISEÑO METODOLÓGICO	16
MARCO TEÓRICO	17
LOCALIZACIÓN	17
TOA (Time of Arrival) y TDOA (Time Difference of Arrival).....	17
AOA (Angle Of Arrival).....	17
RSSI (Received Signal Strength Indication)	17
LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS	18
GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL).....	19
BLUETOOTH	21
WI-FI	23
BANDA ULTRA-ANCHA (UWB).....	25
INFRARROJOS (IR).....	27
ULTRASONIDOS.....	27
RFID.....	28
RFC (REQUEST FOR COMMENTS).....	29
BASES DE DATOS.....	30
INGENIERÍA DE SOFTWARE	31
DESARROLLO DE SOFTWARE	32
Patrones de desarrollo de software	33
REDES DE TELECOMUNICACIONES.....	39
Capas de la red de telecomunicaciones	40
Tipos de redes	41
MARCO HISTÓRICO.....	42
LA HISTORIA DE LOS SISTEMAS RFID	42
CASOS DE ÉXITO.....	46
“Hospital en Colombia monitorea fármacos, herramientas y cirujanos con tecnología RFID de Orange	46
Almacafé: caso de éxito de la tecnología RFID	47
Frigorífico Guadalupe se convierte en la primera compañía de Colombia que identifica ganado con RFID/EPC	47
MARCO TECNOLÓGICO	49

ESTUDIO DE RFID	49
ARQUITECTURA	50
Etiqueta RFID o transpondedor:	50
Lector de RFID o transceptor:.....	51
Componentes Hardware de un sistema RFID:	51
CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RFID	52
Clasificación según tipo de etiqueta	52
Clasificación Según su radiofrecuencia:	56
ESTANDARIZACIÓN	57
Estándares ANSI	58
Estándares UCC. EAN	59
Estándares ISO	60
Estándares ETSI.....	62
Estándares ERO.....	63
EPC (ELECTRONIC PRODUCT CODE)	65
Elementos del código EPC	66
MARCO GEOGRÁFICO	67
DESARROLLO DE INGENIERÍA.....	68
MODELACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA.....	68
Arquitectura del Prototipo del Sistema.....	68
Topología de la red.....	70
Desarrollo de la aplicación.....	71
Funcionamiento del prototipo.....	78
CONCLUSIONES	80
BIBLIOGRAFÍA	81
ANEXOS	83

LISTAS ESPECIALES

Índices de Imágenes

Imagen 1	Sistema de Localización	18
Imagen 2	Sistema GPS	20
Imagen 3	Bluetooth.....	22
Imagen 4	WI-FI	23
Imagen 5	Sistema Básico RFID	28
Imagen 6	Análisis y diseño estructurado	33
Imagen 7	Modelo Vista Controlador.....	34
Imagen 8	Estructura Modelo Vista Controlador	35
Imagen 9	Modelo Desarrollo Rápido de Aplicaciones.....	37
Imagen 10	Capas del Modelo OSI	40
Imagen 11	Componentes de un Sistema RFID.....	50
Imagen 12	Etiqueta RFID	51
Imagen 13	Sistema RFID Básico	52
Imagen 14	Etiqueta Pasiva	52
Imagen 15	Etiqueta Activa	56
Imagen 16	Universidad Libre sede Bosque Popular	67

Índices de Tablas

Tabla 1	Estándares 802.11	24
Tabla 2	Velocidades del Estándar 802.11 a	25
Tabla 3	Cuadro comparativo metodologías Ágiles vs. Tradicionales.....	39
Tabla 4	Resumen de la Historia RFID	46
Tabla 5	Características Básicas de las Etiquetas según su Frecuencia	54
Tabla 6	Descripción del EPC de 96 bit	66
Tabla 7	Direcciones IP Utilizables.....	69
Tabla 8	Análisis de Requisitos	72

Índices de Anexos

Anexo 1	Scripts de Creación de Tablas	83
Anexo 2	Diccionario de datos	88
Anexo 3	Diagramas de secuencia	93
Anexo 4	Aplicación	99

GLOSARIO

AOA: Angle Of Arrival, en español Angulo de Llegada. Método que estima la posición de un dispositivo de comunicaciones inalámbricas basándose en el tiempo de llegada del mensaje debido propagación de la onda electromagnética.

ASCII: American Standard Code for Information Interchange, en español Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información. Es un código de caracteres basado en el alfabeto latino.

BALIZA: Señal fija o móvil que se coloca en la tierra o sobre el agua para marcar una zona, especialmente para indicar que se debe pasar por un lugar.

BLN: Bluetooth Location Network, en español Red de Localización Bluetooth. Sistema que transmite información de la posición del terminal móvil a los servidores.

BLUETOOTH: Tecnología diseñada para ofrecer conectividad a redes.

CÓDIGO DE BARRAS: Representación de una determinada información mediante un conjunto de líneas paralelas verticales de diferente grosor y espaciado.

DISPOSITIVO MÓVIL: Aparato de pequeño tamaño, con algunas capacidades de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red.

EPC: Siglas en inglés Electronic Product Code o Código Electrónico de Producto. Es un número único diseñado para identificar de manera inequívoca cualquier objeto.

ESCENARIO: Lugar en el que se desarrolla una acción o un suceso; para el proyecto los escenarios hacen referencia a los bloques que conforman la Universidad.

FRECUENCIA: Propiedad de las ondas que consiste en el número de veces que una señal realiza un ciclo completo, es decir de ir del máximo el mínimo y volver al mismo estado, en un segundo.

GPS: Global Position System. Sistema de radionavegación mundial que emplea al menos tres de los satélites que rodean la Tierra.

HTML: Hyper Text Markup Language, en español Lenguaje de Marcado de Hipertexto. Lenguaje de programación utilizado para el desarrollo de sitios web.

IEEE: Corresponde a las siglas de (Institute of Electrical and Electronics Engineers) en español Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos. Es una asociación técnico-profesional mundial dedicada a la estandarización.

IETF: Internet Engineering Task Force en español Fuerza de Tareas de Ingeniería de Internet, es una organización internacional abierta de normalización.

ISO: Organización Internacional de Normalización, organismo encargado de promover el desarrollo de normas internacionales de fabricación.

LAN: Local Area Network, en español Red de área local. Interconexión de una o varias computadoras y periféricos.

MULTITRAYECTO: Consistente en la propagación de una onda por varios caminos diferentes.

ONDA ELECTROMAGNÉTICA: Forma de propagación de la radiación electromagnética a través del espacio.

RADIOFRECUENCIA: Característica que define a un grupo o subconjunto de ondas electromagnéticas que se propagan en el espectro en unos rangos utilizados principalmente en las comunicaciones de radio, las cuales posteriormente han tenido otras aplicaciones diferentes a las de la radiodifusión.

RFC: Request for Comments, en español Petición de Comentarios. Conjunto de documentos de Internet que presentan el desarrollo de posibles protocolos, los cuales deben ser evaluados.

RFID: Radio Frequency IDentification, en español identificación por radiofrecuencia, sistema de almacenamiento y recuperación de datos.

RSSI: Received Signal Strength Indication, en español Indicador de fuerza de señal de recepción. Se usa para medir el nivel de potencia de las señales.

SCATTERING: Esparcimiento, recomendando el uso de dispersión a la dispersión de la luz en los diversos colores que componen su espectro.

SENSOR: Elemento que responde a estímulos físicos y produce una señal eléctrica.

SIG: Special Interest Group, en español Grupo de interés especial, este grupo está orientado al desarrollo de tecnologías en Bluetooth.

SQL: Structured Query Language, en español Lenguaje de Consulta Estructurado, es un lenguaje declarativo de acceso a bases de datos relacionales que permite especificar diversos tipos de operaciones en ellas.

TAG: Denominado “etiqueta” en el contexto de RFID.

TDOA: Time Difference of Arrival, en español Diferencia en el tiempo de llegada. Es un parámetro que se usa en comunicaciones inalámbricas para la localización de dispositivos que consiste en la diferencia entre el tiempo de llegada de la señal emitida por una estación base al dispositivo y el tiempo de llegada de la señal emitida desde el dispositivo a la estación base.

TOA: Time of Arrival, en español Tiempo de llegada. Técnica que se basa en el tiempo de llegada de una señal, método que se basa en el tiempo de propagación de señal de radio transmitido por el celular.

TRANSPONDEDOR: Traducción al español de “transponder”. Transmisor/receptor de radio que se activa cuando recibe una determinada señal.

TRANSCEPTOR: Elemento con capacidad para transmitir y recibir ondas de radio.

WAN: Wide Area Network, en español Red de área amplia, es un tipo de red de computadoras capaz de cubrir distancias desde unos 100 hasta unos 1000 km.

WI-FI: Mecanismo de conexión de dispositivos electrónicos de forma inalámbrica.

RESUMEN

Existe una tecnología de identificación de productos, llamada RFID (identificación por radio frecuencia), con prestaciones similares a tecnologías basadas en el uso de comunicaciones inalámbricas. Al no ser tan nueva esta tecnología alcanzó un nivel de madurez tal, cuando el interfaz aire logró una consolidación para que se invirtiera tiempo, dinero y esfuerzos en una infinidad de aplicaciones.

El objetivo de este trabajo para titulación, es diseñar un prototipo que utiliza las nuevas tecnologías de identificación y seguimiento de dispositivos como la tecnología RFID (identificación por radio frecuencia) que ofrece al ingeniero de sistemas diseñar herramientas y aplicaciones que permitan almacenar, procesar, transmitir y analizar de forma automatizada la información a través de redes sensoras y/o de comunicaciones.

El presente trabajo se encuentra estructurado en seis capítulos. El primer capítulo describe algunas redes de comunicación inalámbrica y su aplicación como sistemas de localización. El segundo capítulo describe la historia y evolución de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) y presenta algunos casos de aplicación dentro de organizaciones del país, en el tercero se describen detalladamente las características de un sistema de identificación por radiofrecuencia RFID, así como su aplicación por medio de estándares como el EPC (Electronic Product Code). El cuarto capítulo corresponde al marco geográfico donde se llevará a cabo el desarrollo de este prototipo, en el quinto se lleva a cabo el desarrollo de ingeniería para la producción del prototipo. El último capítulo contiene las conclusiones y recomendaciones del presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

La principal acción al desarrollar un prototipo de un sistema de localización de dispositivos móviles mediante la utilización de identificación por radio frecuencia (RFID), es la de conocer e implementar más a fondo una tecnología que no es nueva que no ha sido muy utilizada, y que en los últimos años ha aumentado su participación en el mercado para el fortalecimiento de aplicaciones comerciales, de seguridad, entre otras.

Primordialmente se identifica una problemática, dentro de un escenario de la sociedad, con el fin de plantear una solución. Seguido a esto se desarrolla una descripción de tecnologías por medio de las cuales se puede establecer la ubicación de un dispositivo, además de los aspectos básicos teóricos de dichas tecnologías, tales como su historia y evolución a lo largo de los años, haciendo un análisis no muy profundo pero que recoja la información más importante del funcionamiento básico del sistema.

Luego de hacer un análisis de las tecnologías identificadas anteriormente, se tiene en claro el sistema que mejor se acopla para darle solución a la problemática, realizando un estudio más profundo sobre la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID) y elaborando el diseño del prototipo propuesto, identificando requerimientos y actores de la interfaz a implementar.

Ya teniendo el prototipo de la interfaz se realiza una breve explicación de como interactúan los usuarios finales con esta misma.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Es un hecho que en la actualidad las personas tienen la capacidad de obtener equipos celulares y de cómputo de última tecnología, los cuales por su propiedad de portabilidad son transportados entre diversas ubicaciones ya sea en el trabajo, en la casa, en la calle, en colegios, en la universidad, etc.

A pesar que cada uno de los dispositivos móviles dentro de sus funciones de seguridad pueda tener activo o no cierto sistema que permita evitar su acceso o detección, estos dispositivos no tienen la posibilidad de ser monitoreados en cada momento en una ubicación específica por medio de una aplicación externa, y muchas veces en caso de extravío estos dispositivos no se pueden recuperar.

Por esta razón se considera importante la necesidad de llevar un control sobre los dispositivos móviles y equipos de cómputo que ingresan a las instalaciones de la universidad, los cuales pueden ser propiedad personal o en algunos casos pueden ser propiedad de terceros, como un servicio que prestaría la universidad como un mecanismo de seguridad y a la vez facilitar la entrada de una tecnología que no ha sido explorada totalmente y que tiene la capacidad de ofrecer grandes ventajas, no solo a nivel de seguridad sino de tratamiento de datos e información.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Es posible prevenir la pérdida de dispositivos móviles o portátiles dentro de las instalaciones de la Universidad Libre Sede Bosque Popular mediante la implementación de un sistema de identificación?

La pérdida de los dispositivos dentro de las instalaciones de la Universidad es un problema que se podría llegar a evitar pero para ello se necesita identificar un sistema mediante el cual se pueda realizar la localización de dichos dispositivos, para esto se requiere una planeación total en la que se evalúen los potenciales riesgos que pueda traer consigo la implementación de un sistema de ese tipo, porque puede afectar el presupuesto y la infraestructura de la organización. Pero a su vez darían mayor seguridad a quienes accedan a las instalaciones de la Universidad y por ser pionera en las Universidades de la ciudad en implementar este tipo de tecnología sobresaldría en la sociedad.

JUSTIFICACIÓN

El propósito de este trabajo es llevar a cabo el desarrollo de un prototipo que simule un sistema de detección y/o localización de equipos móviles (computadores portátiles, Tablet PC, celulares y Smartphone) mediante el estudio de una tecnología que lleva algunos años en el mercado y que ha ofrecido nuevas formas de llevar a cabo controles y operaciones para diversos aspectos de la vida cotidiana de las empresas y organizaciones, debido a que ha mejorado los procesos inherentes a ellas, ya sea en tareas de trazabilidad durante la línea de suministro y/o de producción de un producto, la localización del transporte en pequeños o grandes volúmenes de productos, o previniendo el robo de artículos, o realizando seguimiento de tráfico; entre muchas otras áreas.

Debido a los avances tecnológicos en los equipos móviles y a la capacidad de las personas en la actualidad de tener acceso a estos dispositivos, en nuestro país es considerable el hecho de que hay una gran cantidad de equipos hurtados que circulan en el mercado de dispositivos móviles, y los cuales a pesar de tener aspectos de seguridad que pueden bloquear el acceso al hardware y al software no tienen la capacidad de ser localizables por las compañías. Teniendo en cuenta este aspecto de seguridad consideramos conveniente el desarrollo de un prototipo para un sistema que permita llevar a cabo la simulación para la localización o ubicación de equipos portátiles dentro de las instalaciones de la Universidad, ya que la gran mayoría de las personas que conforman la comunidad unilibrista son portadoras por lo menos de un celular, y se pueden dar casos en los cuales puedan ser olvidados en algún lugar, y en el peor de los casos, sean robados.

OBJETIVOS

GENERAL

Prevenir la pérdida o extravío de dispositivos móviles y portátiles que ingresan a las instalaciones de la Universidad Libre Sede Bosque Popular mediante un prototipo de sistema de localización.

ESPECÍFICOS

Identificar las variables y actores que están involucrados en el sistema.

Definir el tipo de localización mediante el estudio de sistemas de identificación que se basan en la utilización de comunicaciones a través de radiofrecuencia.

Definir las interacciones entre los actores y las variables identificadas en el sistema.

Identificar los requisitos funcionales y/o no funcionales para el desarrollo del prototipo.

Diseñar un sistema de información basado en los requisitos y las relaciones entre los actores y las variables que fueron identificadas.

Simular la localización de un dispositivo basado en el sistema de información y las interfaces que componen el prototipo.

ALCANCE

El alcance de este trabajo consiste en la elaboración de un prototipo que simule un sistema de localización de dispositivos móviles basado en la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), con el fin de ofrecer un servicio de seguridad a la comunidad unilibrista.

El prototipo estará compuesto de un componente de bases de datos e interfaces de interacción del usuario con el sistema.

Por último, se realizará la entrega del documento final de trabajo de grado en donde se describe el desarrollo del prototipo de acuerdo a los requisitos planteados.

DISEÑO METODOLÓGICO

El tipo de investigación que se llevará a cabo durante el desarrollo de este trabajo es de tipo tecnológica aplicada, pues se hace uso de teorías y tecnologías ya establecidas para prestar o generar un bien o un servicio para la Universidad. No por ello queda de lado la generación de conocimiento, pues la intención de este trabajo es ofrecer una posible solución para un problema que se presenta dentro de la vida cotidiana.

En el aspecto metodológico se definieron cuatro fases para el desarrollo de este trabajo.

La primera fase que se ha definido es la identificación del problema y la elaboración de la propuesta para llevar a cabo la presentación de una solución que pueda tener un nivel de impacto sobre dicho problema.

La segunda fase corresponde a dar explicación sobre sistemas de comunicación inalámbrica y su funcionamiento. Además se describir su uso como sistema de localización de dispositivos inalámbricos. La información recopilada en esta fase se realizará a través de Internet, libros, publicaciones y artículos referentes a estos sistemas.

La tercera fase consiste en la definición y estudio de un sistema de localización inalámbrica a través de un sistema de identificación por medio de una tecnología que ha surgido hace poco tiempo en el país con el fin de ofrecer una visión amplia al lector acerca del potencial de dicha tecnología.

La cuarta fase corresponde al análisis del sistema y diseño del prototipo. En esta fase se realiza la definición de requisitos, los diseños de arquitectura del sistema de información y soporte del sistema, los diagramas que soportan dicho análisis y un aplicativo de demostración que muestra el posible funcionamiento del sistema en el caso que pueda ser implementado.

MARCO TEÓRICO

LOCALIZACIÓN

Cualquier dispositivo de comunicaciones inalámbricas es susceptible de ser localizado en función de diversos parámetros observables en los mensajes que intercambia con otros nodos de su red.

TOA (Time of Arrival) y TDOA (Time Difference of Arrival)

La localización se basa en el tiempo de llegada del mensaje debido propagación de la onda electromagnética, observando el valor absoluto (*TOA*) o la diferencia entre medidas de varios nodos (*TDOA*).

Se emplea en localización en exteriores (por ejemplo, *GPS*) pero no está muy extendido en aplicaciones en interior, donde los requisitos suelen ser más exigentes, debido a que la precisión obtenida mediante este método depende de la calidad del reloj interno así como de la sincronización de los nodos, lo que encarece considerablemente el sistema.

AOA (Angle Of Arrival)

El parámetro observado es el ángulo que ofrece una máxima potencia de recepción.

En este caso la precisión depende directamente de la directividad de la antena empleada, lo que choca con el uso justificado de antenas omnidireccionales en la mayor parte de los dispositivos inalámbricos.

RSSI (Received Signal Strength Indication)

La localización se determina en función de la potencia recibida, normalmente mediante distintas técnicas de triangulación y algoritmos de cotejo con datos provenientes de medidas previas.

En general, la precisión depende del comportamiento del canal y de su mayor o menor semejanza con el espacio libre, en el que se cumple el supuesto de que la potencia de la onda se atenúa con el cuadrado de la distancia. Por esta razón, los entornos interiores requieren algoritmos más complejos que tengan en cuenta los efectos del multitrayecto.



Imagen 1 Sistema de Localización¹

LOCALIZACIÓN DE DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS

Como se ha visto anteriormente, la localización puede obtenerse de múltiples maneras. Una de ellas es aplicando distintos algoritmos de cálculo al valor Received Signal Strength Indication (RSSI) de los mensajes inalámbricos. En despliegues controlados de redes, además, se puede contar con la información de la posición de los dispositivos que conforman esa red. En estos casos se trata de establecer cierto intercambio de mensajes entre estos dispositivos (balizas) y

¹ (ANÓNIMO, RFID Centre). Track and Locate. [En línea]. [Citado 02-Sep-2012]. Disponible en internet: <http://www.rfidc.com/>

aquellos que se pretenden conocer su posición (móviles) para aplicar el cálculo a un conjunto de pares de valores (RSSI_i, POSICIÓN_i).

Existen muchas formas de afrontar este diálogo de mensajes orientados a recoger el suficiente número de medidas RSSI. Una agrupación podría ser la siguiente:

- a) Mensajes bajo demanda o “Móvil empieza”. Cada *móvil* solicita a los dispositivos *baliza* de su entorno el envío de un mensaje del que obtener el RSSI.
- b) Mensajes periódicos o “Baliza empieza”. Las balizas envían un mensaje simple periódicamente y los dispositivos móviles que lo escuchen podrán medir el valor RSSI de cada una de ellas.

Y estas son las estrategias para la obtención de medidas RSSI, pero falta la otra parte de la información necesaria para la localización: la posición fija y conocida de las balizas a quién pertenecen esas medidas. Así que, independientemente de la estrategia (a) o (b) adoptada para establecer el diálogo, existen, al menos, otras dos formas de ver el problema de la información de la posición de las balizas:

1- Las balizas envían un mensaje indicando en él su posición. Los dispositivos móviles sólo tiene que juntar suficiente de ellas y realizar el cálculo pues ya tendrían toda la información necesaria: medidas de RSSI y la posición fija y conocida de las balizas a quién pertenecen esas medidas.

2- Las balizas envían un mensaje simple. Los dispositivos móviles podrían medir el valor RSSI de cada una de ellas pero les faltaría la información de las posiciones fijas de las *balizas* que debería, o bien tener almacenada de antemano, o bien obtenerla de alguna fuente externa.

GPS (SISTEMA DE POSICIONAMIENTO GLOBAL)

Es un sistema de radionavegación mundial que emplea al menos tres de los satélites que rodean la Tierra en órbitas conocidas para fijar la posición de una unidad móvil. En la actualidad la constelación de satélites más utilizada que permite realizar este proceso es la “NAVSTAR (*Navigation Satellite Timing And Ranging*)”, formada por 24 satélites activos más tres de reserva y mantenida por el gobierno estadounidense. La Federación Rusa posee la constelación GLONASS (*Global Orbiting Navigation Satellite System*)², y por otra parte la Unión Europea

² (ANÓNIMO, Centro de difusión de tecnologías ETSIT - UPM). Estudios CEDITEC. [En línea]. [Citado 10-Sep-2012]. Disponible en internet: <http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php/Descargar-documento/25-Tecnologias-de-Localizacion.html>

está desarrollando su propio sistema de posicionamiento por satélite, denominado Galileo.

El sistema GPS está formado por tres segmentos o áreas: el segmento espacial, el segmento de control y el segmento de usuario. El primero engloba los satélites del sistema y el segundo abarca las infraestructuras terrestres necesarias para el control de la constelación de satélites. Por último, el segmento de usuario está constituido por los equipos de recepción y el software de procesado de señales. NAVSTAR produce dos tipos de señales: una de uso militar muy precisa, y otra de libre uso a la que las estaciones de tierra introducen un error aleatorio controlado.

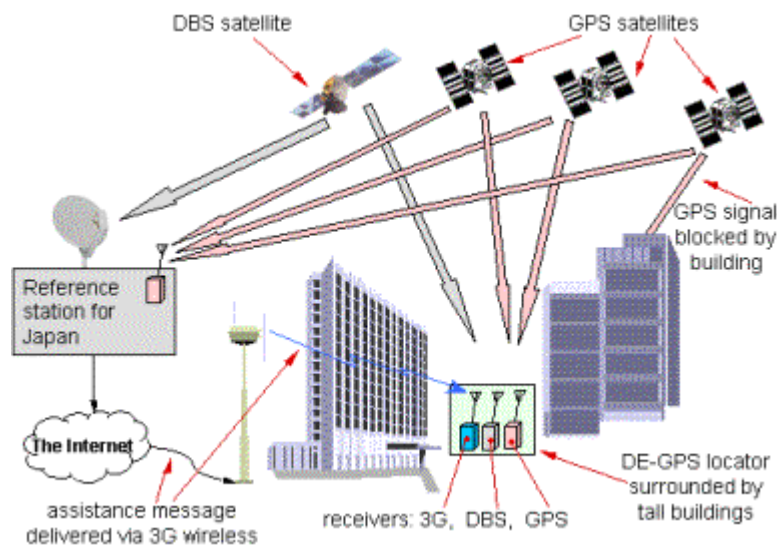


Imagen 2 Sistema GPS³

El fundamento de la localización con GPS es la triangulación, cálculo de la distancia de un punto terrestre a tres o más satélites con posición perfectamente conocida. Este proceso se realiza midiendo el tiempo que tarda en llegar la señal del satélite al dispositivo receptor. Con el fin de recibir las señales de los satélites GPS la estación móvil ha de tener un módulo receptor específico (hardware y software) que sea capaz de captar varias señales de satélite, calcular su posición utilizando una marca de tiempo y la descripción del satélite recibida, y en su caso, informar a la red. La introducción del módulo hace que el móvil aumente su tamaño y peso y lo encarece debido a los componentes incluidos y al mayor consumo. Sin embargo, este aumento de coste se está viendo paliado en los últimos tiempos debido a que la tecnología de receptor GPS se ha abaratado.

A pesar de la buena precisión que ofrece (de 5 a 20 metros), cuando este sistema

³ (ANÓNIMO, Manuales para uso de GPS, planos y cartografía). Sistema de Posicionamiento Global - Funcionamiento y Aplicaciones Prácticas - Planos. [En línea]. [Citado 10-Sep-2012]. Disponible en internet: <http://www.portalplanetasedna.com.ar/gps.htm>

se usa en el interior de edificios, presenta muchos problemas debido a la atenuación de las señales recibidas y los multitrayectos provocados por los fenómenos de la reflexión, la difracción y la dispersión (scattering) de la señal. El receptor necesita una línea de visión directa a los satélites, además puede sufrir un retraso relativamente largo en la recepción de las señales.

La precisión puede ser aún mejor (de 1 a 5 metros) si se emplea GPS diferencial (DGPS). Este sistema utiliza para el cálculo de posición la señal de los satélites y la información proveniente de una o más estaciones de coordenadas conocidas. Las estaciones de referencia transmiten las correcciones que calculan constantemente comparando su posición obtenida mediante los satélites con sus coordenadas reales. Con este sistema lo que no se consigue es fiabilidad.

Sistema de posicionamiento global asistido (Assisted Global Positioning System).

La "asistencia" que este sistema proporciona respecto al GPS tradicional radica en el uso de receptores de referencia. Estos receptores recogen información de navegación y datos de corrección diferencial para los satélites GPS que están en la zona de cobertura del servidor de localización. A partir de la información obtenida, el servidor de localización facilita bajo demanda datos de interés a los terminales móviles, principalmente una lista con las efemérides de los satélites (órbitas recalculadas con los datos de corrección suministrados por las estaciones de tierra) visibles para el terminal. Los datos, que se introducen en un pequeño mensaje de unos 50 bytes, son todo lo que el móvil necesita saber para completar los datos GPS recibidos. El servidor de localización puede también tener acceso a una base de datos de elevaciones del terreno que permite precisar la altitud a la que se encuentra el terminal móvil, efectuando de esta manera una localización en tres dimensiones.

BLUETOOTH

Bluetooth "es una tecnología diseñada para ofrecer conectividad a redes personales de corto alcance mediante un dispositivo móvil de forma económica. Permite conectar múltiples aparatos: ordenadores portátiles"⁴, PDAs, teléfonos móviles, etc., y ofrece conexión a una LAN o WAN a través de un punto de acceso. Bluetooth consigue un canal de comunicación de 720 Kbps en un radio de acción de 10 metros, ampliable hasta 100 metros por medio de repetidores. La frecuencia que utiliza está entre 2,4 y 2,48 GHz, cuya gran ventaja es que es un

⁴ (CASAR CORREDERA). Tecnologías y Servicios para la Sociedad de la Información. [En línea]. 2005. [Citado 11-Sep-2012]. Disponible en internet: http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/tecnologias_servicios_para_sociedad_informacion.pdf

rango de frecuencias abierto. Además, y debido a su concepción de tecnología móvil y económica, tiene un consumo de energía bajo. Para transmitir a una distancia de 10 metros emplea 1mW de potencia, mientras que para llegar a los 100 utiliza 100mW.

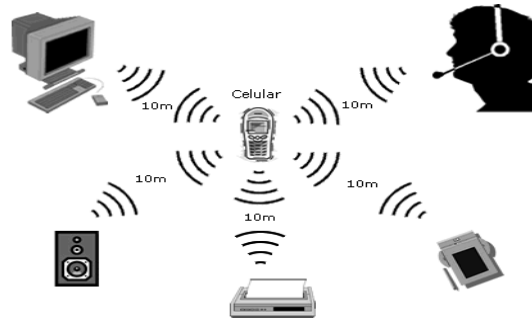


Imagen 3 Bluetooth⁵

Bluetooth se dirige sobre todo a la comunicación de dispositivos y son ya muchos de ellos los que lo tienen integrado, ya que algunas estimaciones afirman que a finales de 2008 había en Europa 286 millones de dispositivos con esta tecnología.

Bluetooth y Wi-Fi tendrán que coexistir aunque hoy en día lo hacen con ciertos límites, pues la posibilidad de que ambos interfieran entre sí es real. Las interferencias provocarían pérdidas de datos, aunque no daños físicos en los terminales. El SIG (*SpecialInterestGroup*) de Bluetooth y el IEEE trabajan para llegar a eliminar estos problemas. Así, se complementarán para que los usuarios tengan acceso a su información: Bluetooth servirá de medio de comunicación en aparatos con restricciones de potencia y tamaño (teléfonos móviles, cámaras, PDAs, auriculares, micrófonos...), y Wi-Fi permitirá la instalación de LAN sin cables.

Existe un sistema de localización mediante Bluetooth (González-Castaño, 2002-2003) para aplicaciones como comercio móvil y museos electrónicos. Básicamente, la idea es la implementación de servicios que requieren el conocimiento de la posición del usuario en tiempo real, para enviar información relativa del contexto al destinatario final.

El sistema denominado Red de Localización Bluetooth (Bluetooth Location Network, BLN), transmite información de la posición del terminal móvil a los servidores, sin la participación del usuario. No es objeto de restricciones debido a la pérdida de línea de vista y funciona con dispositivos comerciales ya existentes (dispositivos con Bluetooth o terminales móviles de datos que admitan una tarjeta

⁵ (ANÓNIMO, UCEL). Avanço da tecnologia Bluetooth e seus riscos.[En línea]. 2007. [Citado 15-Sep-2012]. Disponible en internet: <http://www.ucel.com.br/comentarios/com129.asp>

de expansión). El BLN está compuesto por pequeños nodos Bluetooth que establecen una topología de red espontánea con la inicialización del sistema. Puede coexistir con dispositivos Bluetooth que no son parte del sistema de localización, como impresoras y auriculares.

WI-FI

Hoy en día las tecnologías para red de área local (LAN) inalámbrica están experimentando un boom de implantación. Numerosos proveedores de redes inalámbricas están instalando sus sistemas en hoteles, cafés, aeropuertos y otros edificios en los que se considera rentable una oferta de acceso a Internet de alta velocidad. Estas nuevas infraestructuras también soportan localización de dispositivos móviles, por lo que las aplicaciones basadas en la posición para entornos de área local resultan viables.



Imagen 4 WI-FI⁶

En el ámbito del patrimonio y el turismo, se han puesto en funcionamiento redes de este tipo de forma experimental en museos (el Metropolitano de Nueva York), excavaciones arqueológicas (Atapuerca, en combinación con Bluetooth), hoteles y parques temáticos (Disney World), obviamente con la idea de ofertar servicios basados en la filosofía de suministrar al usuario información de interés ligada a su posición.

Antes de explicar el proceso de localización de terminales mediante redes inalámbricas, es necesario saber de qué tipo de tecnología se está hablando. Las redes inalámbricas cubren áreas de hasta 75 metros en el interior de edificios, y de 300 metros en el exterior, ampliables a varios kilómetros mediante antenas. Están implementadas en un grupo de estándares, conocido como 802.11 que comprende varias modalidades, cada una de ellas con unas características de

⁶ (DoctorPC). Manual redes WiFi o redes inalámbricas. [En línea]. 2010. [Citado 15-Sep-2012]. Disponible en internet: <http://reparaciondepc.cl/blog/manual-redes-wifi-o-redes-inalambricas/1/>

ancho de banda y alcance determinadas. La modalidad más popular es la que se conoce como 802.11b, introducida en 1997. Opera a una frecuencia de 2,4GHz, y su índice de transferencia de datos es de 11Mbps. Esta tasa se ve ampliamente superada por el estándar 802.11a, que llega a ofrecer 55Mbps en una frecuencia de funcionamiento de 5GHz.

Nombre del estándar	Descripción
802.11a	El estándar 802.11 (llamado WiFi 5) admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps aunque en la práctica es de 30 Mbps). El estándar 802.11a provee ocho canales de radio en la banda de frecuencia de 5 GHz.
802.11b	El estándar 802.11 es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps (6 Mbps en la práctica) y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.
802.11g	El estándar 802.11g ofrece un ancho de banda elevado (con un rendimiento total máximo de 54 Mbps pero de 30 Mbps en la práctica) en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.
802.11n	El estándar 802.11n ofrece velocidad real de transmisión que podría llegar a los 300 Mbps y debería ser hasta 10 veces más rápida que una red bajo los estándares 802.11a y 802.11g, y unas 40 veces más rápida que una red bajo el estándar 802.11b.

Tabla 1 Estándares 802.11⁷

⁷ (ANÓNIMO). Introducción a Wi-Fi (802.11 o Wi-Fi). [En línea]. [Citado 1-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>

La localización mediante redes locales inalámbricas puede llevarse a cabo de diferentes maneras. La más sencilla es la basada únicamente en el punto de acceso más cercano al terminal. Este método confunde a menudo la planta del edificio, pues es fácil que la antena más cercana a un usuario ubicado en una determinada planta sea la misma que la correspondiente a un usuario situado en una planta superior, si la posición sobre el piso es similar. Por otra parte la señal es vulnerable debido a las interferencias, lo que puede afectar, además de a la precisión, a la seguridad de la comunicación.

Existe otra propuesta muy interesante, realizada por Ekahau (compañía que comercializa un motor de posicionamiento), basada en el almacenamiento de medida de potencia de señal en diferentes puntos del recinto cubierto. La técnica, conocida como Wi-Fi mapping, arroja resultados más exactos que los métodos de triangulación celular, ofreciendo una precisión de 1 a 20 metros. Además, este sistema es sensible a los cambios de altura, es decir, reconoce fácilmente la planta del edificio en la que está el usuario.

Velocidad hipotética (en ambientes cerrados)	Rango
54 Mbit/s	10 m
48 Mbit/s	17 m
36 Mbit/s	25 m
24 Mbit/s	30 m
12 Mbit/s	50 m
6 Mbit/s	70 m

Tabla 2 Velocidades del Estándar 802.11 a

BANDA ULTRA-ANCHA (UWB).

“Es una tecnología que nació durante la década de 1960, y cuyo nombre fue acuñado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos en 1989”⁸. Se desarrolló para radar, localización y aplicaciones de comunicaciones. La capacidad de UWB de operar por debajo del nivel de ruido evitaba que las comunicaciones seguras pudieran ser interceptadas.

⁸ (Morell) Jesús Marcos. Desarrollo de una Aplicación de Control de Seguridad basada en el modelo SERENITY en un escenario de comunicaciones inalámbricas. Proyecto fin de carrera. Madrid. Universidad Autónoma de Madrid. Departamento de Ingeniería Informática. 2009. 19P.

UWB emplea ráfagas de potencia mil veces más bajas que las de un teléfono móvil, con duración de picosegundos, en un espectro de frecuencia amplio (3,1-10,6GHz), por lo que la señal resultante tiene un gran ancho de banda que permite una gran resolución en la medida de los retardos ($\sim 1\text{ns}$). Sobre las ráfagas es posible transferir datos a velocidades de centenares de megabits por segundo. Además, la señal es relativamente inmune a la cancelación multi-trayecto, ya que debido a su corta duración la señal directa va y vuelve antes de que las señales reflejadas en los obstáculos alcancen el receptor. Por ello, y porque es un sistema de baja complejidad y coste reducido, UWB resulta especialmente adecuada para aplicaciones móviles sin hilos. Puede asimismo solucionar los problemas de precisión y de seguridad de los que adolece la red Wi-Fi.

Debido a sus características, esta tecnología permite localizar los terminales móviles con un error insignificante. UWB está basada en pulsos ultracortos, de tal manera que el receptor puede determinar el tiempo de llegada con precisión de picosegundos y, por tanto, estimar la posición con precisión de centímetros. La distancia al móvil se calcula midiendo el retardo de un pulso desde que es emitido por el transmisor hasta que llega al receptor. Posteriormente, utilizando triangulación se determina con gran exactitud la posición del terminal. Si se realizan las medidas respecto a cuatro receptores diferentes, es posible saber con precisión la altura a la que está el usuario.

UWB se está estandarizando en tres diferentes estándares: El inicial (IEEE 802.15.3a) que ha sido rechazado, el IEEE 802.15.4a secundado por Motorola y el ECMA-368 secundado por Intel, estos dos últimos aprobados.

Antes de que UWB se consolide como una solución aceptada globalmente, hay algunos puntos que todavía quedan por resolver:

- Rendimiento (consumo, coexistencia con otros dispositivos inalámbricos, inmunidad a las interferencias, robustez del enlace).
- Interoperabilidad.
- Facilidad de integración y certificación.
- Coste de solución global.
- QoS (Quality of Service).

INFRARROJOS (IR).

“Fue la primera tecnología empleada para el desarrollo de sistemas de localización en interiores. Se utilizan tags que emiten radiación infrarroja en modo difuso, es decir, de forma radial, no en modo punto a punto como es habitual en los sistemas IR empleados en comunicaciones”⁹. Se trata de un sistema de detección más que de localización, ya que la posición del elemento etiquetado con el tag IR se infiere de la posición fija y conocida de los sensores que detectan al tag.

La principal limitación de esta alternativa tecnológica es que la radiación infrarroja no atraviesa las paredes, por lo que hay que instalar sensores en cada una de las habitaciones. Además, debido a que la emisión es directiva por el efecto pantalla del cuerpo del portador del tag, es conveniente instalar más de un sensor por localización para asegurar que la detección se produzca correctamente, lo cual hace aumentar mucho el coste. No obstante, con este sistema se obtiene la gran ventaja de conseguir evitar interferencias y falsas detecciones de otros sensores.

ULTRASONIDOS.

Se trata de soluciones que están también basadas en tags o etiquetas para los elementos a controlar, pero en este caso estos tags emiten o reciben ultrasonidos. Los tags cuentan con un transceptor radio (banda de 433 MHz), una lógica de control que contiene un identificador único de 48 bits y un emisor de ultrasonidos. La infraestructura se compone de sensores de ultrasonidos, estaciones base de radiofrecuencia y un sistema central de gestión, formando los sensores o receptores una malla en puntos conocidos del techo.

Cada estación base puede activar simultáneamente un número máximo de 3 tags, con una frecuencia de refresco de 50 veces por segundo. El tiempo de vida de la batería del tag es de 15 meses. El sistema no se comercializa en la actualidad debido al alto coste de la infraestructura, y se pretenden sustituir las comunicaciones de radiofrecuencia entre estaciones base y tags por infrarrojos, para evitar la complejidad del trabajo multifrecuencia en estaciones base próxima. En cualquier caso, se trata de una tecnología poco madura y bastante elevada en precio, encontrándose todavía lejos de ser comercializada.

⁹ (Sánchez Vítores), Raúl. ILS (Indoor Location Systems) Sistemas de Localización en Interiores. [En línea]. [Citado 5-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://es.scribd.com/doc/97186985/sistemas-de-localizacion-tag>

RFID.

RFID “supone la tecnología base de la autoidentificación electrónica de ítems, almacenamiento remoto y recuperación de datos”¹⁰. Un sistema RFID está formado por un reader o lector situado en una zona estratégica que permite la comunicación e intercambio de información a través de una antena, un host que se comunica con esa antena y almacena y procesa datos, y tags o etiquetas integrados por una antena y un chip donde se almacena la información de interés. Estos se comunican e intercambian la información con el reader cuando se encuentran en la zona de cobertura.

En los sistemas RFID la comunicación es mediante señales de radio sin necesidad de haber visión directa entre el lector y el tag, por lo que se consigue una gran flexibilidad.

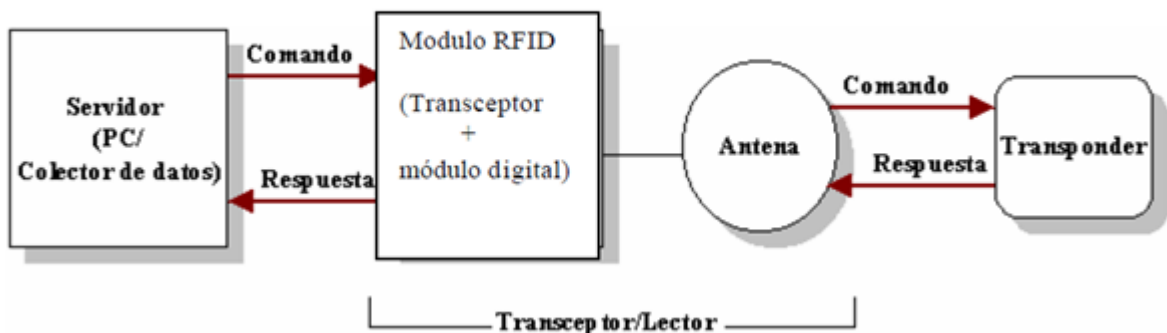


Imagen 5 Sistema Básico RFID¹¹

Aunque existen multitud de criterios para clasificar estos sistemas, se distinguen dos clases fundamentales en función del tipo de tags que se empleen: pasivos (sin batería) o activos (con batería). Mientras los pasivos tienen unos rangos de medida inferiores a un metro, en los activos se sitúa entre los 2 y los 100 metros.

Estos sistemas también permiten implementar soluciones de localización muy precisas, funcionales y robustas, siempre que sólo se requiera localizar los entes móviles sin ser necesario un intercambio masivo de información.

¹⁰ (Bueno Delgado, Martínez Sala, Egea López, Vales, & García Haro). Sistemas globales de localización y trazabilidad mediante identificación por radio frecuencia (RFID). [En línea]. [Citado 11-Oct-2012]. Disponible en internet: http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/347/1/2005_AI_7.pdf

¹¹ (ANÓNIMO, Servicios Informáticos KIFER). Introducción a los sistemas RFID. [En línea]. [Citado 12-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>

Los marcadores de radiofrecuencia (RFID) son la tecnología más simple y escalable y con un potencial de crecimiento superior.

La información referente a este sistema se complementa dentro del marco tecnológico de este trabajo.

RFC (REQUEST FOR COMMENTS)

Los Request forComments (Petición de comentarios) son un conjunto de documentos de Internet y de sistemas que se conectan a éste, los cuales han sido publicados desde 1969 y se conocen comúnmente como RFC¹². Cada una de ellas es un documento en el que se propone la creación de un nuevo protocolo para Internet (originalmente ARPANET) que se explica en detalle, para en caso de ser aceptado se implemente sin ambigüedades.

La evaluación de estos documentos son realizados por la IETF¹³, la cual decide si el documento se convierte o no en un RFC y si resulta interesante puede que se convierta en un nuevo protocolo de Internet. Cada RFC tiene un título y un número asignado, que no puede repetirse ni eliminarse aunque el documento se quede obsoleto.

Cada protocolo de los que hoy existen en Internet tiene asociado un RFC que lo define, y posiblemente otros RFC adicionales que lo amplían. Por ejemplo el protocolo IP se detalla en el RFC 791, el FTP en el RFC 959, y el HTTP (escrito por Tim Berners-Lee, entre otros) el RFC 2616.

Existen varias categorías, pudiendo ser informativos (cuando se trata simplemente de valorar por ejemplo la implantación de un protocolo), propuestas de estándares nuevos, o históricos (cuando quedan obsoletos por versiones más modernas del protocolo que describen).

Los RFC se redactan en inglés según una estructura específica y en formato de texto ASCII.

Antes de que un documento tenga la consideración de RFC, debe seguir un proceso muy estricto para asegurar su calidad y coherencia. Cuando lo consigue, prácticamente ya es un protocolo formal al que probablemente se interpondrán pocas objeciones, por lo que el sentido de su nombre como petición de

¹² (ANÓNIMO, RFCEditor). RFC (Request for Comments). [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.rfc-editor.org/>

¹³ (ANÓNIMO). The Internet Engineering Task Force (IETF). [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.ietf.org/>

comentarios ha quedado prácticamente obsoleto, dado que las críticas y sugerencias se producen en las fases anteriores. De todos modos, el nombre de RFC se mantiene por razones históricas.

BASES DE DATOS

Se puede decir que las bases de datos tienen como predecesores a los sistemas de ficheros, los cuales consisten en la forma de organización, almacenamiento y de cómo poder acceder a los datos; cabe aclarar que prestan su funcionamiento a los usuarios finales y aunque existan las bases de datos todavía existen en uso varios ficheros.

Las bases de datos tienen sus orígenes o raíces en el proyecto en el que Estados Unidos envió al hombre a la luna, ya que en esos tiempos (años 60), no había ningún tipo de sistema que permitiera manejar o llevar de una forma organizada toda la información que se requería en el proyecto.

Luego de muchas empresas presentando sus proyectos y propuestas de bases de datos, claro está, dándole mejoras a las existentes, a comienzos de los años 70 se desarrolló un lenguaje de consultas estructurado llamado SQL, el cual se ha convertido en el lenguaje estándar de los sistemas relacionales. Luego en los años 80 se produjeron varios sistemas de bases de datos como DB2 y SLQ/DS de IBM, y ORACLE.

En estos momentos existen en el mercado muchos sistemas de bases de datos para varios tipos de usuarios, pero cabe aclarar que hay algunos que no brindan la confianza al modelo relacional.

En el ámbito de la informática se puede decir que una base de datos es un conjunto de información relacionada que está estructurada, en donde la forma en la que está organizada la información, es la que va a dar el origen a la base de datos.

Si se hace referencia a los requerimientos para una base de datos, se establecen los mismos que del software como identificar las funciones e interfaces, la estructura, es decir toda la información que se necesite, para ello al igual que con el software se necesita una gran comunicación con el cliente.

Para diseñar una base de datos se pueden tomar tres modelos lógicos para su implementación como son¹⁴: el modelo jerárquico de datos, esta tiene una

¹⁴ (ANÓNIMO).Modelos DBMS. [En línea]. [Citado 16-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://es.kioskea.net/contents/bdd/bddtypes.php3>

estructura absorbente en la que un segmento se subdivide en segmentos que se interconectan en relaciones padre e hijo; también existe el modelo de datos en red, las cuales son más veloces y pueden convertirse a jerárquicas y viceversa, el ultimo es el modelo relacional de datos, este es una mejora de los dos anteriores ya que representa todos los datos en la base de datos como relaciones, acá la información de un archivo puede ser fácilmente extraída y combinada.

En el momento de crear una base de datos se deben realizar dos procedimientos uno lógico y uno físico; en el primero de ellos se muestra la parte abstracta viéndolo desde una perspectiva de negocios, es decir, se da una descripción detallada de la información de los usuarios finales, también como los elementos van a quedar agrupados, mientras que en el procedimiento físico se ordenan los dispositivos de almacenamiento de acceso directo.

Cuando se esté en el proceso de diseño, allí se debe identificar las relaciones entre los elementos de datos y la manera más eficiente de agruparlos para cumplir con todos los requerimientos, aunque también identifica los elementos redundantes; cuanto están los grupos de datos, estos se organizan, son refinados y llevados hasta que se cree una imagen lógica.

Existen varios tipos de bases de datos¹⁵ como las bases de datos documentales, las cuales disponen toda la información en el punto de trabajo y de minimizar los tiempos de acceso; están las bases de datos distribuidas que son las que se almacenan en más de un lugar físico; las bases de datos orientadas a objetos están tienen la capacidad de almacenar tanto procesos como datos.

INGENIERÍA DE SOFTWARE

Esta disciplina es relativamente nueva, ya que surge a finales de los años 60 y principios de los 70, está orientada fundamentalmente a la colaboración en la construcción eficiente del software. Se encarga de aportar técnicas, métricas y métodos para la construcción de una aplicación o programa, una labor que resulta ser más compleja y estructurada que la de desarrollo de código “programación”. La implementación de esta disciplina resulta de vital importancia y ayuda para los analistas, desde el mismo momento en que el proyecto de software comienza a promoverse, al facilitar la planeación y permitir delimitar lo que se desea obtener, y que medios serán empleados para conseguirlo.

Teniendo en cuenta que el hardware y el software, son los componentes esenciales que interactúan al interior de un computador, ver al software de una

¹⁵ (Raga). Bases de datos. [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.ilustrados.com/tema/3788/Base-Datos.html>

manera más amplia como un conjunto de instrucciones que se ejecutan sobre el hardware y se encargan de administrarlo y controlarlo, acorde con la disponibilidad de los recursos, orientados a cumplir un objetivo específico. En todos los casos cuando un usuario adquiere algún recurso de hardware, este vendrá acompañado de un software, también conocido como driver o controlador para administrar y controlar el recurso “dispositivo”; que además viene acompañado con una guía para el usuario “documentación” en donde se especifican datos tales como el fabricante y características del dispositivo, hasta la forma en la que el usuario puede acceder, manejar y configurar el software.

Es de vital importancia trazar una barrera diferenciadora, entre lo que concierne al desarrollo de software e ingeniería de software. Si bien ambos conceptos están ligados por el deseo de crear aplicaciones, cuando se considera el término de “ingeniería” se lleva a pensar en la forma en la que se está haciendo el programa y que tan eficiente es; allí se contemplan los recursos, requerimientos, exigencias y características del sistema donde se implementará el producto de software terminado. Dicha diferenciación permite concluir, que la programación debe ser una etapa subsecuente a la ingeniería.

Esta disciplina se ha convertido en el puente y mediador entre el cliente y el programador, incorporándolos como actores activos en el proceso de análisis y diseño de sistemas informáticos. Hoy en día la ingeniería de software está al alcance de ofrecer productos y aplicaciones que se ajusten a las necesidades y requerimientos del cliente a través de un proceso de detección, evaluación, construcción y asesoría al interior de los contextos a modelar.

DESARROLLO DE SOFTWARE

Las características principales del desarrollo de software son el proceso y el modelo. El proceso es una secuencia de pasos en las que el diseñador describe los aspectos del software que se pretende construir, implementa requisitos explícitos y se hace iterativo partiendo desde algo general (con un alto nivel de abstracción), hacia algo más particular. En la parte de modelado, se dan diferentes visiones del software y sirve de guía para la codificación.

Patrones de desarrollo de software

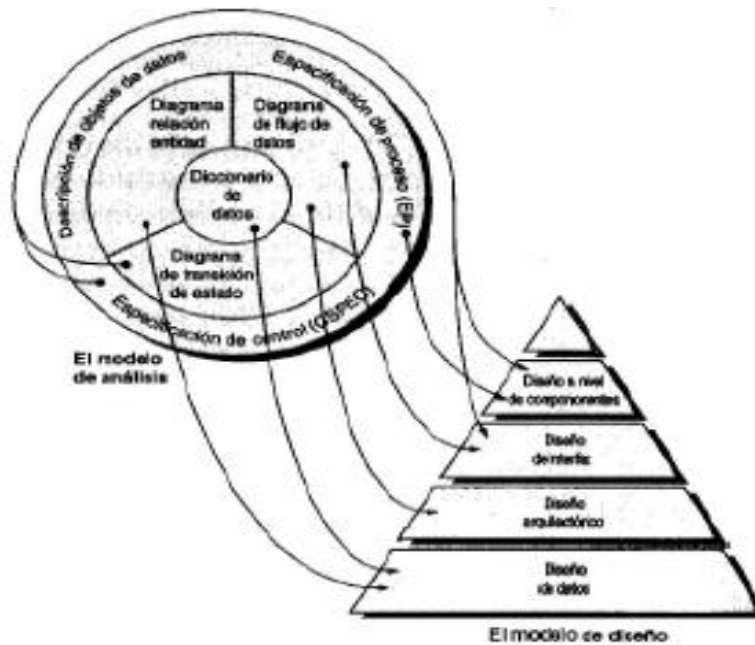


Imagen 6 Análisis y diseño estructurado

Modelo Vista Controlador

“Diferentes problemas pueden surgir cuando las aplicaciones contienen una mezcla de código de acceso a datos, código de la lógica de control, y código de presentación. Dichas aplicaciones son difíciles de mantener, debido a las interdependencias entre todos los componentes causados por fuertes repercusiones cuando se introduce una modificación en cualquier lugar. El alto acoplamiento hace difícil o imposible reusar debido a que dependen de varias otras clases. La adición de nuevas vistas de datos a veces requiere reimplantar o cortar y pegar código de la lógica de control, el cual entonces requiere mantenimiento en diversos lugares. El código de acceso a datos sufre del mismo problema, siendo cortado y pegado dentro de los métodos de la lógica de control.

El patrón de diseño Modelo Vista Controlador soluciona estos problemas desacoplando el acceso a los datos, la lógica de control, y la presentación de los datos y la interacción del usuario.”

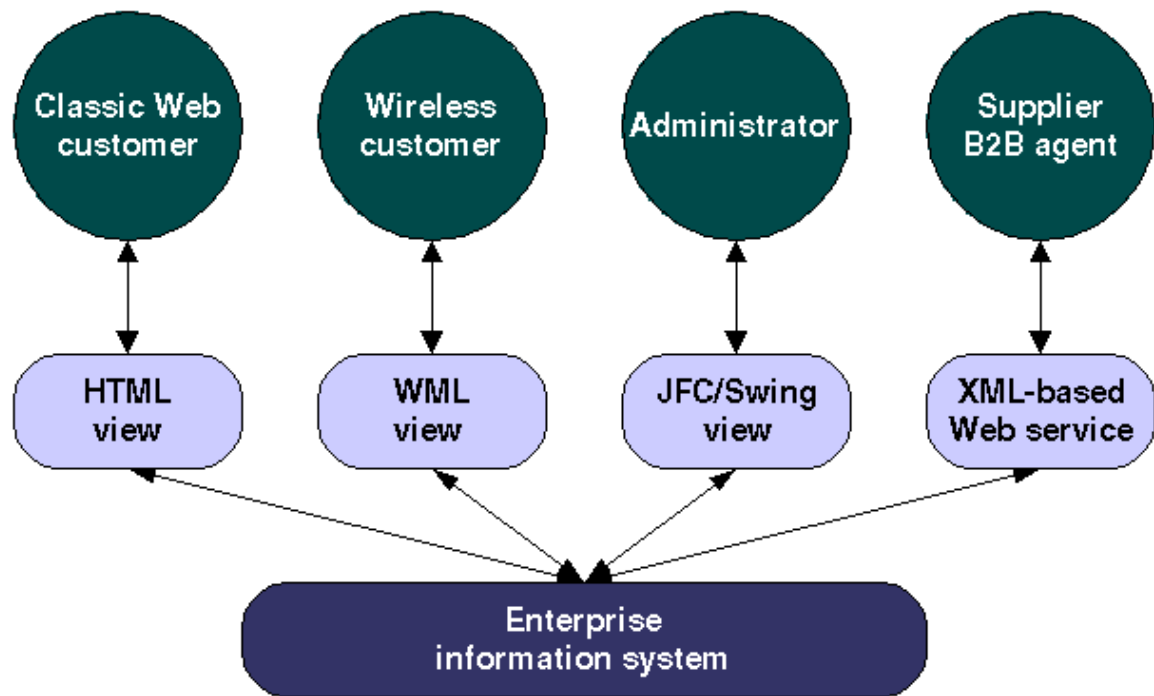


Imagen 7 Modelo Vista Controlador¹⁶

Estructura

Es un patrón de arquitectura de software que separa los datos de una aplicación, la interfaz de usuario y la lógica de control en tres componentes distintos; y es usado frecuentemente en aplicaciones web, donde la vista es la página HTML para un usuario y el código que provee de datos dinámicos a la página. En este sentido se hace necesario, para cada tipo de usuario la realización de un modelo para generar el mismo resultado en diferentes dispositivos y en diferentes lenguajes.

¹⁶ (ANÓNIMO). Model View Controller. [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html>

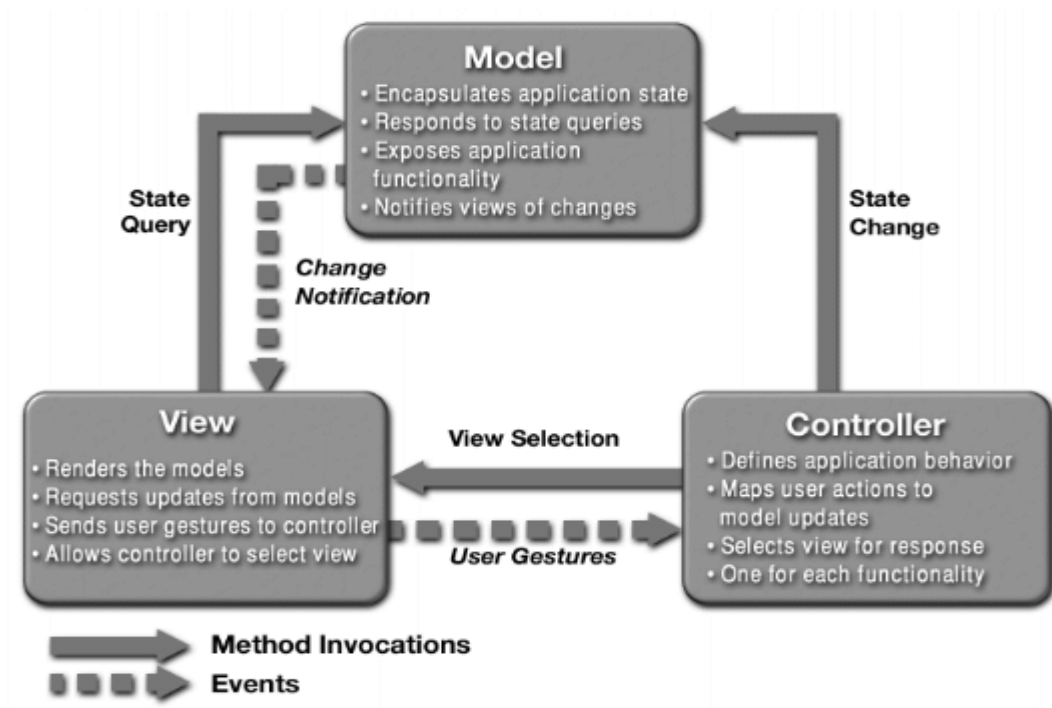


Imagen 8 Estructura Modelo Vista Controlador¹⁷

- **Modelo:** representa datos del negocio y reglas de control que gobiernan el acceso y la actualización de los datos. La lógica de datos asegura la integridad de estos y permite derivar nuevos datos.
- **Vista:** usualmente la interfaz de usuario.
- **Controlador:** traduce las interacciones con la vista en acciones que son realizadas por el modelo. En una GUI autónoma, la interacción entre usuarios podrían ser clics en un botón o selecciones de menú, mientras que en una aplicación web, aparecen como peticiones HTTP GET y POST. Las acciones realizadas por el modelo incluyen la activación de procesos de control o cambiar el estado del modelo. Sobre la base de las interacciones de los usuarios y los resultados del modelo de las acciones, el controlador responde seleccionando una vista apropiada.

Modelo DRA (Desarrollo Rápido De Aplicaciones)

El Desarrollo Rápido de Aplicaciones es un modelo de proceso del desarrollo del

¹⁷ (ANÓNIMO).Model View Controller. [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html>

software lineal secuencial, que enfatiza un ciclo de desarrollo extremadamente corto. Es una adaptación del modelo lineal secuencial en el que se logra un desarrollo rápido utilizando una construcción basada en componentes. Cuando se utiliza principalmente para aplicaciones de sistemas de información, el DRA comprende las siguientes fases:

- **Modelado de gestión:** el flujo de la información entre las funciones de gestión se modelan de acuerdo a un conjunto de respuestas para preguntas como ¿Qué información conduce el proceso de gestión? ¿Qué información se genera? ¿Quién la genera? ¿A dónde va la información? ¿Quién la procesa?
- **Modelado de datos:** el flujo de información definido como parte de la fase de modelado de gestión se refina con un conjunto de objetos de datos necesarios para apoyar la empresa. Se definen los atributos de cada uno de los objetos y las relaciones entre estos.
- **Modelado de proceso:** los objetos de datos definidos en la fase de modelado de datos quedan transformados para lograr el flujo de información necesario para implementar la función de gestión. Las descripciones del proceso se crean para añadir, modificar, suprimir, o recuperar un objeto de datos.
- **Generación de aplicaciones:** se asume la utilización de técnicas de cuarta generación. El DRA trabaja para volver a utilizar componentes de programas ya existentes o crear componentes reutilizables. En todos los casos se utilizan herramientas para realizar la construcción del software.

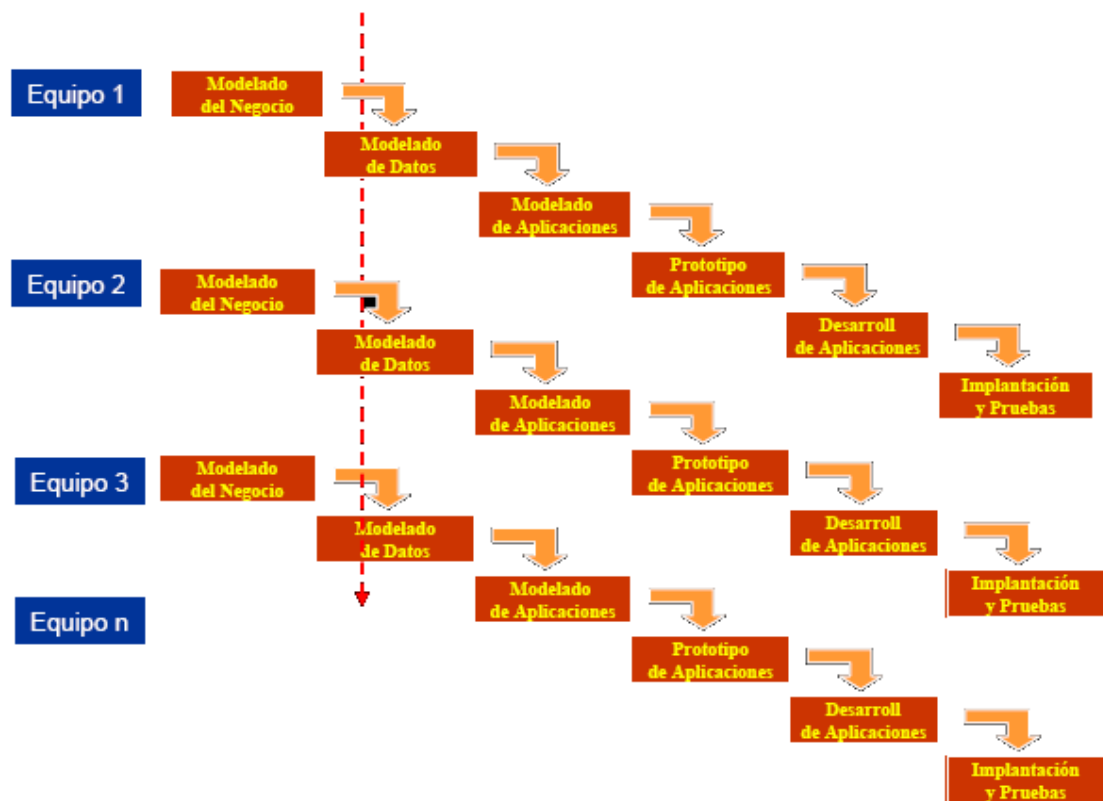


Imagen 9 Modelo Desarrollo Rápido de Aplicaciones

Obviamente la limitación de tiempo impuesta en un proyecto DRA demanda "ámbito en escalas". Si una aplicación de gestión puede modularse se forma que permita completarse cada una de las funciones principales en menos de tres meses (utilizando el enfoque descrito anteriormente), es un candidato del DRA. Cada una de las funciones puede ser afrontada por un equipo DRA diferente y ser integradas en un solo conjunto.

Al igual que todos los modelos de proceso, el enfoque DRA tiene inconvenientes:

- Para proyectos grandes aunque por escalas, el DRA requiere recursos humanos suficientes como para crear el número correcto de equipos DRA.
- DRA requiere clientes y desarrolladores comprometidos en las rápidas actividades necesarias para completar un sistema en un marco de tiempo abreviado. Si no hay compromiso, por ninguna de las partes constituyentes, los proyectos DRA fracasaran.

Modelo DSDM (Dynamic System Development Method)

Es un enfoque de desarrollo de software ágil que proporciona un marco de trabajo para construir y mantener sistemas con restricciones de tiempo muy estrechas mediante la construcción de prototipos incrementales.

“Similar a algunos aspectos del proceso DRA..., el MDSD sugiere una filosofía tomada de una modificación del principio de Pareto. En este caso, 80 por ciento de la aplicación se puede entregar en 20 por ciento del tiempo que tomaría entregar 100 por ciento de la aplicación (sistema completo)”.

El DSDM sugiere un proceso iterativo de software, sin embargo, el DSDM en cada iteración sigue la regla del 80%, es decir que solo se necesita el trabajo suficiente para cada incremento y para facilitar el paso al siguiente incremento. Los demás detalles se pueden agregar a medida que se conozcan mejor los requisitos o cuando se hayan solicitado o ajustado cambios por parte del negocio.

El ciclo de vida del DSDM consiste en:

- **Estudio de factibilidad:** establece los requisitos y restricciones. Evalúa si la aplicación es viable dentro de este tipo de proceso.
- **Estudio de negocios:** establece los requisitos funcionales y de información definiendo la arquitectura básica de la aplicación.
- **Iteración del modelo funcional:** produce un conjunto de prototipos incrementales para demostrar la funcionalidad para el cliente. Recopilar requisitos adicionales mediante la retroalimentación que obtiene del usuario, mientras el usuario interactúa con el prototipo.
- **Iteración de construcción y diseño:** evalúa el desempeño de cada prototipo definido en el modelo funcional para asegurar que se hayan desarrollado de tal manera que se brinde un valor operativo al negocio para el usuario final. En esta iteración es posible en algunos casos que la iteración del modelo funcional y de construcción ocurren de manera simultánea.
- **Implementación:** se coloca el incremento más reciente dentro de un ambiente operativo, destacando 1) el incremento puede no estar 100% completo o 2) se pueden requerir cambios cuando el incremento ya esté en operación.

En la siguiente tabla se muestra una comparación entre estos dos grupos de metodologías:

Metodologías Ágiles	Metodologías Tradicionales
Basadas en heurísticas provenientes de prácticas de producción de código	Basadas en normas provenientes de estándares seguidos por el entorno de desarrollo
Especialmente preparados para cambios durante el proyecto	Cierta resistencia a los cambios
Impuestas internamente (por el equipo)	Impuestas externamente
Proceso menos controlado, con pocos principios	Proceso mucho más controlado, con numerosas políticas/normas
No existe contrato tradicional o al menos es bastante flexible	Existe un contrato prefijado
El cliente es parte del equipo de desarrollo	El cliente interactúa con el equipo de desarrollo mediante reuniones
Grupos pequeños (<10 integrantes) y trabajando en el mismo sitio	Grupos grandes y posiblemente distribuidos
Pocos artefactos	Más artefactos
Pocos roles	Más roles
Menos énfasis en la arquitectura del software	La arquitectura del software es esencial y se expresa mediante modelos

Tabla 3 Cuadro comparativo metodologías Ágiles vs. Tradicionales

REDES DE TELECOMUNICACIONES

Una red informática es el conjunto de equipos que están conectados entre sí por cualquier medio de transporte de datos, los cuales, comparten recursos, información y diferentes tipos de servicios; permitiendo la comunicación entre los usuarios que están conectados entre ellas.

La ISO propuso una norma o modelo que especifica la forma de cómo debe funcionar una red, para ello se definió el Modelo OSI; este consta de una serie de capas, las cuales cada una de ellas cumple con una función específica.

Las 7 capas del modelo OSI



Imagen 10 Capas del Modelo OSI¹⁸

Capas de la red de telecomunicaciones

CAPA 1 (Física):

Se relaciona con los aspectos físicos de la red. Especifica cuáles son éstos, qué deben ser capaces de hacer y cómo llevar a cabo estas funciones.

CAPA 2 (Enlace de Datos):

No es física. Es un conjunto de reglas acerca de cómo se reciben y entregan los datos. Se involucra en el proceso de buscar una forma para que los componentes de la capa uno (tarjetas, cables, hubs, etcétera) se comuniquen con la tres. Las direcciones de las tarjetas de red son importantes.

CAPA 3 (Red):

Proporciona un esquema de direccionamiento. Ésta capa trabaja en conjunto con la dos para traducir las direcciones lógicas de los paquetes de datos. La capa tres es la más baja y su función no tiene nada que ver con el hardware. Aquí entra en juego la parte IP de TCP/IP.

CAPA 4 (Transporte):

Asegura que el paquete llegue a su destino. Se cerciora de que las tres capas debajo de ella hagan su tarea de manera eficiente, si no es así lleva a cabo la función de corrección de errores.

CAPA 5 (Sesión):

Maneja las conexiones reales entre los sistemas. Ordena los paquetes de datos y las comunicaciones de dos vías.

¹⁸ (ANÓNIMO). Modelo OSI. [En línea]. [Citado 15-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://redesytrucos.blogspot.com/2012/06/modelo-osi.html>

CAPA 6 (Presentación):

Es la forma en que los diferentes sistemas representan a los datos. Realiza trabajos de compresión y cifrado de la información.

CAPA 7 (Aplicación):

Está conformada por las aplicaciones de software. Se relaciona con el acceso y transferencia de archivos.

Tipos de redes

LAN (redes de área local): es una red que comunica computadores permitiendo compartir información y recursos, la condición de este tipo de red es que la distancia entre los computadores debe ser pequeña. Son redes con velocidades entre 10 y 100 Mbps, por lo cual los errores en la transmisión de datos son menores.

Este tipo de red posee una importante característica que permite transmitir cualquier tipo de información y recursos entre los computadores. La red también cumple con algunos parámetros de seguridad ya que se convierte en una red privada. Las conexiones de la red pueden ser utilizadas con: cable coaxial, cables telefónicos y fibra óptica.

LAN: distancia 1-2 km.

MAN (redes de área metropolitana): es un tipo de red de mayor cobertura que la red (LAN) que puede ser pública o privada. Esta red es un tipo de red más simple que puede transmitir datos o voz, por su ancho de banda, la cual es la característica de este tipo de red. La utilización del cableado hace que la distancia sea limitada con una distancia de 1.5Km.

MAN: distancia 2-50 km.

WAN (redes de área extensa): son redes que cubren una amplia región, que le es favorable su gran alcance pero no la velocidad en la transmisión de datos que es menor que la red (LAN). Este tipo de red posee otras redes tipo (LAN y MAN) dentro de su propia red y tiene la capacidad de conectarlas. Este tipo de red la caracteriza el poseer una subred donde se conectan uno o varios hosts.

WAN: distancia Mundial.

MARCO HISTÓRICO

LA HISTORIA DE LOS SISTEMAS RFID

En la historia de los sistemas de identificación-localización basados en RFID (Identificación por radio-frecuencia) se pueden diferenciar siete etapas que dan lugar a la actual:

(1940 – 1950) Inicios de RFID¹⁹. Durante la segunda guerra mundial, se inventan, usan y refinan los sistemas de radar. El autor que da inicio a este tipo de sistemas (o al menos su exploración inicial) es Harry Stockman, que publica el artículo "CommunicationbyMeans of ReflectedPower", Proceedings of the IRE, pp1196-1204, Octubre de 1948. En dicho artículo, menciona lo siguiente "...evidentemente, se tienen que efectuar trabajos de investigación y desarrollo considerables antes de que los problemas básicos relacionados con la comunicación por poder reflectante se puedan resolver, y antes de que pueda explorarse el campo de las aplicaciones útiles."

(1950-1960) Se dieron las primeras exploraciones y experimentos sobre RFID. Los años 50 fueron de exploración de las técnicas RFID siguiendo los desarrollos técnicos en radio y radar que se dieron en los años 30 y 40. Se exploraron varias tecnologías relacionadas con RFID como, por ejemplo, los sistemas de "**transponder**" (transmission/responder) de rango amplio para "identificación, amigo o enemigo" de aviones. Los desarrollos de los años 50's incluyen trabajos tales como "Application of themicrowavemodome" de F. L. Vernon y "Radio transmissionsystems with modulated passive responder" de D.B. Harris. En dichos trabajos se establecen las bases para el desarrollo básico de la tecnología radio de RFID.

(1960-1970) Se dio el desarrollo de la teoría y las primeras pruebas de aplicaciones. Los años 60 fueron el inicio a la explosión de RFID en los 70. R. F. Harrington estudió la teoría electromagnética relativa a RFID en sus artículos "Field measurements using active scatterers" y "Theory of loaded scatterers" en 1963-1964. Se realizaron notables trabajos de investigación como por ejemplo el artículo "Remotely activated radio frequency powered devices" de Robert Richardson en 1963, Otto Rittenback con "Communication by radar beams" en 1969, J. H. Vogelman con "Passive data transmission techniques utilizing radar beams" en 1968 y J. P. Vinding con "Interrogator-responder identification system" en 1967. Comienzan igualmente las actividades comerciales con la fundación de

¹⁹ (Miquel Peris & et al.). Distribución comercial. Sexta Edición. Lugar de edición: ESIC Madrid, 2008. 429P.

las empresas "Sensormatic" y "Checkpoint", a finales de los años 60s. Estas compañías junto con otras como Knogo, desarrollaron equipos para vigilancia electrónica de artículos (EAS, por sus siglas en inglés) frente a robos. Estos sistemas se usan con etiquetas de "1-bit" –sólo se puede detectar la presencia o ausencia de una etiqueta, aunque la fabricación de estas etiquetas es muy barata y proporcionan medidas de seguridad para pérdidas muy efectivas; la tecnología radio es de microondas o inductiva. La vigilancia electrónica de artículos sigue siendo el dominio de aplicación más importante en el que se puede aplicar la tecnología RFID actual.

(1970-1980) Explosión del desarrollo de RFID. En los años setenta con la teoría básica ya creada y los primeros éxitos en las aplicaciones, surgen nuevas implementaciones, pruebas, compañías, instituciones académicas y laboratorios de investigación pública que elaboran activamente la parte tecnológica de RFID y que realizan avances notables. Por ejemplo, *Los Alamos Scientific Laboratory de la Northwestern University* y la *Microwave Institute Foundation* en Suecia entre otros. Un desarrollo importante y sobresaliente fue el trabajo en Los Alamos que fue presentado por Alfred Koelle, Steven Depp y Robert Freyman, titulado: "Short-rangerradiotelemetryforelectronicidentificationusingmodulatedbackscatter" en 1975. Las grandes empresas estaban desarrollando también la tecnología RFID, tal como "Raytag" de Raytheon en 1973. RCA y Fairchild desarrollaron varios prototipos junto con Richard Klensch de RCA para el desarrollo de un "*Sistema de Identificación Electrónica*" en 1975 y F. Sterzer de RCA con el desarrollo de "*Electroniclicenseplatefor motor vehicles*" en 1977. Thomas Meyers y Ashley Leigh de Fairchild desarrollaron también un "*Passiveencodingmicrowavetransponder*" en 1978. La autoridad del puerto de New York y New Jersey estuvo evaluando sistemas contruidos por General Electric, Westinghouse, Philips y Glenayre.

Los resultados fueron favorables, pero el primer éxito comercial de una aplicación RFID, el cobro de peaje electrónico, no estaba listo para esos primeros tiempos. Los años setenta estuvieron caracterizados principalmente por trabajos de desarrollo. Las aplicaciones que se intentaron fueron el rastreo de animales, rastreo de vehículos y automatización de la fabricación. Los sistemas de microondas en Los Alamos y los sistemas inductivos en Europa son ejemplos de esfuerzos de etiquetas para animales. El interés del etiquetado de animales era alto en Europa. Alfa Laval, Nedap y otras empresas también desarrollaron sistemas RFID. Los esfuerzos en el área del Transporte incluyen los trabajos en Los Alamos, la International Bridge Turnpike and Tunnel Association (IBTTA) y la United States Federal Highway Administration.

(1980-1990) Las primeras aplicaciones comerciales RFID. Los años ochenta llegaron a ser de implementación total de la tecnología RFID, aunque el interés de desarrollo era diferente en varias partes del mundo. Los intereses más grandes

en los Estados Unidos eran el transporte, acceso del personal y aunque no muy extendido, el de los animales.

En Europa, los intereses más importantes eran sistemas de corto alcance para animales, aplicaciones industriales y de negocios. En Italia, Francia, España, Portugal y Noruega algunas autopistas de peaje fueron equipadas con RFID. Las evaluaciones de RFID para cobro de peaje estuvieron presentes por muchos años y la primera aplicación comercial se inició en Europa en 1987, en Noruega y fue seguido rápidamente en los Estados Unidos por el Dallas North Turnpike en 1989. También durante este tiempo, las autoridades del puerto de Nueva York y New Jersey iniciaron la operación comercial de RFID para autobuses que se movían a través del Tunel Lincoln. RFID estaba encontrando cabida con el cobro de peaje electrónico y tenía nuevos seguidores cada día.

(1990-2000) Estándares y despliegue masivo. Los noventa fueron una década significativa para RFID puesto que se observó un amplio despliegue del cobro de peaje electrónico en los Estados Unidos, a la vez que la integración de las innovaciones en pago electrónico. La primera autopista en el mundo con sistema de cobro electrónico fue abierta en Oklahoma en 1991, donde los vehículos podían pasar por los puntos de cobro de peaje a gran velocidad sin impedimentos de plazas o barreras y con vídeo cámaras como refuerzo de seguridad.

El primer sistema de gestión de tráfico y cobro de peaje combinados en el mundo fue instalado en el área de Houston por las autoridades del condado de Harris en 1992. También se instaló un primer sistema en la autopista de Kansas usando un sistema basado en el estándar Título 21 con lectores que podían operar también con las etiquetas de sus vecinos del sur, Oklahoma. El Georgia 400 seguiría actualizando sus equipos con lectores que pudiesen comunicarse con las nuevas etiquetas Título 21 así como con las etiquetas existentes. De hecho, estas dos instalaciones fueron las primeras en implementar una capacidad de multiprotocolo en las aplicaciones de cobro de peaje electrónico.

En 1990 en el noreste de los Estados Unidos, siete agencias de peaje regional formaron el Grupo de Interagencias de Paso E-Z para desarrollar un sistema de cobro de peaje electrónico regional. Este sistema es el modelo para usar una sola etiqueta y una sola cuenta de pago por vehículo para acceder a varias autopistas con diferentes autoridades. También existió gran interés por las aplicaciones RFID en Europa durante los años 90. Tanto la tecnología inductiva como la de microondas se estudiaron para usarlas en el cobro de peaje, control de acceso y una amplia variedad de aplicaciones para comercio. Un esfuerzo nuevo fue el desarrollo del sistema TIRIS por Texas Instruments, usado en muchos automóviles para el control del encendido del motor del vehículo. El sistema Tiris (y otros de Mikron, ahora parte de Philips) desarrollaron nuevas aplicaciones para repostar gasolina, chips de juegos, pases de esquí, accesos de vehículos, etc.

Adicionalmente, las empresas en Europa llegaron a participar de forma activa en la carrera de RFID con desarrollos, algunas de éstas son Microdesign, CGA, Alcatel, Bosch y Philips. Era necesario un estándar europeo para las aplicaciones de cobro y muchas de estas y otras empresas estuvieron trabajando en el estándar CEN para pago electrónico. Las aplicaciones de pago fueron apareciendo también en muchos países como Australia, China, Hong Kong, Filipinas, Argentina, Brasil, México, Canadá, Japón, Malasia, Singapur, Tailandia, Corea del Sur y Sudáfrica. Con el éxito del cobro de peaje electrónico otros avances siguieron como es el uso de etiquetas a través de diferentes segmentos del negocio. Ahora, una sola etiqueta podría ser usada para pago de peaje electrónico, acceso a un parking, acceso a un campus, etc.

Actualidad. La integración de sistemas RFID con las redes. La investigación y el desarrollo no se detuvo durante los 90's puesto que nuevos desarrollos tecnológicos expandieron la funcionalidad de RFID. En un primer tiempo, se fabricaron diodos Schottky para microondas sobre un circuito integrado CMOS regular. Este desarrollo permitió la construcción de etiquetas RFID de microondas que contienen solamente un circuito simple integrado, una capacidad antes limitada a los "transponders" RFID acoplados inductivamente. Las empresas participantes en esta actividad fueron IBM (la tecnología fue adquirida después por Intermec), Micron y Single Chip Systems (SCS). Con el crecimiento del interés en RFID para la gestión de los artículos y la oportunidad de RFID de trabajar junto con el código de barras, es difícil determinar el número de empresas que se encuentran interesadas, aunque es grande. Se esperan multitud de innovaciones en la aplicación de RFID, con un impacto en el mundo de la empresa que se estima muy alto y con la integración de las facilidades de identificación y localización con la "inteligencia ambiental" o "inteligencia ubicua", o la "red de las cosas" (todos estos términos forman parte de descripciones de proyectos de innovación en marcha), en todos los ámbitos de la vida social y productiva. Recientemente, la Comisión Federal de Comunicaciones ha asignado el espectro de banda de los 5.9 GHz propuesta para la expansión de los sistemas de transportación inteligentes con muchas aplicaciones y servicios nuevos. El equipamiento requerido para colocar estas aplicaciones y servicios nuevos necesitará más avances en RFID y en la integración de la información que se obtenga de éste tipo de sistemas.

Se puede resumir el avance que se ha presentado en la tecnología RFID en las diferentes décadas en la tabla 4.

Década	Avances Tecnológicos
1940 - 1950	Se rediseña el radar para uso militar tomando gran relevancia en la II Guerra Mundial. RFID aparece en 1948.

1950 - 1960	Primeras experimentos con RFID en laboratorios.
1960 - 1970	Desarrollo de la tecnología RFID, primeros ensayos en algunos campos de la tecnología.
1970 - 1980	Explosión de la tecnología. Se realizan más tests. Primeras aplicaciones.
1980 - 1990	Aparecen más aplicaciones para la tecnología.
1990 - 2000	RFID toma relevancia en el mundo cotidiano. Aparecen los estándares.

Tabla 4 Resumen de la Historia RFID

CASOS DE ÉXITO.

En este apartado se dan a conocer algunos casos de la aplicación de la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID), los cuales ya han sido implementados y han tenido éxito en el país, y que demuestran que esta tecnología puede ser aplicada a cualquier tipo de organización o sistema.

“Hospital en Colombia monitorea fármacos, herramientas y cirujanos con tecnología RFID de Orange”²⁰

Los Centros Especializados de San Vicente, una institución sin fines de lucro colombiana, ha elegido la tecnología de integración de la empresa de soluciones empresariales Orange para el lanzamiento de una nueva marca.

La meta del hospital es convertirse en un centro de excelencia tanto en servicios de salud como en innovación tecnológica. Entre los servicios que la institución y Orange Business Services añadirán se encuentra un sistema de rastreo basado en radio frecuencia RFID con el cual podrán monitorear sillas de ruedas y otras herramientas portables, así como staff del hospital que tenga etiquetas en sus prendas con lo cual el hospital podrá saber la ubicación de cirujanos y especialistas. Además, la institución sanitaria monitoreará los fármacos con etiquetas RFID.

Entre los servicios integrados por Orange Business Services se encuentra un innovador sistema de seguimiento de recursos de los activos del hospital en

²⁰ (Services Orange Business). Hospital en Colombia monitorea fármacos, herramientas y cirujanos con tecnología RFID de Orange. [En línea]. 2011. [Citado 22-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/hospital-en-colombia-monitorea-farmacos-herramientas-y-cirujanos-con-tecnologia-rfid-de-orange/>

tiempo real. Esto basado en la tecnología de identificación por radiofrecuencia (RFID). La solución de máquina a máquina ayuda al hospital para saber de inmediato la ubicación de los cirujanos y especialistas claves. Además, el hospital monitorea los medicamentos con las etiquetas RFID que incluyen un indicador de temperatura para asegurar que se mantienen en una temperatura óptima.

Además de ofrecer, integrar y gestionar la infraestructura global de comunicaciones para el hospital, Orange Business Service gestiona las soluciones en el hospital del centro de datos incluyendo una solicitud para el almacenamiento de información confidencial de pacientes que Orange ha desarrollado para este proyecto.

Almacafé: caso de éxito de la tecnología RFID²¹

Almacafé, una subsidiaria de la Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, ganó el premio al “Mejor uso de RFID en un Producto o Servicio” en la conferencia por su sistema de rastreo de granos de café Premium desde los sembradíos.

Almacafé, creada en 1965, es una cooperativa empresarial que promueve la producción y exportación de café colombiano, producido en su mayoría por pequeñas familias campesinas. Utiliza el sistema Beantrack, una herramienta de trazabilidad que revela detalles sobre el origen, producción y almacenamiento de los más costosos cafés Premium. Los sacos de granos de café son etiquetados con dispositivos RFID en las propias granjas y atraviesan toda la cadena de distribución hasta las bodegas, trilladoras, puertos y clientes. El sistema permite el rastreo de cada saco de granos de café desde la fuente hasta su destino final.

Frigorífico Guadalupe se convierte en la primera compañía de Colombia que identifica ganado con RFID/EPC²²

Frigorífico Guadalupe (EFEGE), una de las compañías más grandes en el negocio de despiece de ganado bovino y porcino de Colombia, acaba de finalizar un piloto de evaluación de la implementación de tecnología RFID/EPC con el fin de establecer un modelo de trazabilidad que aumente la eficiencia de las operaciones

²¹ (ANÓNIMO). Café, minería y salud: casos de éxito de la tecnología RFID. [En línea]. 2010. [Citado 22-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.ecosiglos.com/2010/05/cafe-mineria-y-salud-casos-de-exito-de.html>

²² (RFID Magazine). Frigorífico Guadalupe se convierte en la primera compañía de Colombia que identifica ganado con RFID/EPC. [En línea]. 2010. [Citado 22-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/frigorifico-guadalupe-se-convierte-en-la-primera-compania-de-colombia-que-identifica-ganado-con-rfidepc/>

y permita generar servicios de valor añadido a los clientes.

El proyecto consiste en identificar los animales recibidos con camiones, los cuales contienen un tag EPC gen2 encapsulado. El registro de todos los datos en el sistema de información de todo lo referente a movimientos de lotes de animales, tiempos de estancia en corrales, peso y otras características ha generado una mayor visibilidad en las operaciones de la empresa frigorífica y sus clientes.

A través de la implementación de esta tecnología se ha logrado reducir los tiempos de inventarios en corrales hasta un 75%, y los procesos de recepción, marcación, pesaje y asignación de corral se han reducido hasta en un 29% debido a que en los procesos de las ferias ganaderas la información de los nuevos propietarios se registraba directamente en el sistema de información y no en la piel de los animales. Gracias a que el ROI para la compañía y el tiempo de recuperación de la inversión han arrojado excelentes resultados, se está evaluando iniciar en este 2009 la segunda fase de este proyecto que consiste en masificar la tecnología en todos los muelles de recibo de ganado bovino y porcino para finalmente integrar la información de los animales a los procesos de sacrificio, empaquetado y despachos a clientes finales.

Este piloto se está desarrollando con el apoyo de Fundación LOGyCA, firma de consultoría especializada en implementación de RFID, investigación y buenas prácticas logísticas junto con ADT, que ofreció todo el apoyo técnico sobre los equipos utilizados.

MARCO TECNOLÓGICO

ESTUDIO DE RFID

Se tiene antecedentes del uso del RFID desde la década del 20, pero su historia documentada comienza en 1940, cuando se desarrolló como medio para la identificación de los aviones aliados y enemigos durante la Segunda Guerra Mundial. Esto porque el uso del radar permitía la detección de aviones a kilómetros de distancia, pero no su identificación. El ejército alemán descubrió que, si los pilotos balanceaban sus aviones, al volver a la base cambiaría la señal de radio reflejada de vuelta. Este método permitía distinguir a los aviones alemanes de los aliados y se convirtió en el primer dispositivo de RFID pasivo.

En las décadas de los 50 y 60 continuó el avance de los sistemas de radar y comunicaciones con el trabajo científico para identificación remota de objetos. Las empresas de retail pronto comenzaron a trabajar con sistemas antirrobo que, usando ondas de radio, determinaban si un objeto había sido pagado o no a la salida de las tiendas.

Las primeras patentes para dispositivos RFID fueron solicitadas en Estados Unidos, concretamente en 1973, cuando Mario W. Cardullo se presentó con una etiqueta RFID activa que portaba una memoria reescribible. El mismo año, Charles Walton recibió la patente para un sistema RFID pasivo que abría las puertas sin necesidad de llaves. Una tarjeta con una antena comunicaba una señal al lector de la puerta que, cuando validaba la tarjeta, desbloqueaba la cerradura.

El gobierno de Estados Unidos también trabajaba sobre esta tecnología en los años 70 y montó sistemas parecidos para el manejo de puertas en las centrales nucleares, que se abrían al paso de los camiones equipados con una antena que portaban materiales. También se desarrolló un sistema para el control del ganado que había sido vacunado insertando bajo la piel de los animales, una etiqueta RFID pasiva con la cual se podía distinguir los animales que habían sido vacunados y los que no.

Con el tiempo se han desarrollado mejoras en la capacidad de emisión y recepción, así como en la distancia que es lo posible alcanzar, lo cual ha llevado a extender su uso en ámbitos que van de lo doméstico hasta la seguridad nacional, como sucede con el pasaporte expedido en la actualidad en los EEUU que lleva asociadas etiquetas RFID.

ARQUITECTURA

El modo de funcionamiento de los sistemas RFID es simple. La etiqueta RFID, que contiene los datos de identificación del objeto al que se encuentra adherido, genera una señal de radiofrecuencia con dichos datos. Esta señal puede ser captada por un lector RFID, el cual se encarga de leer la información y pasarla en formato digital a la aplicación específica que utiliza RFID.

Un sistema RFID consta de los siguientes tres componentes²³:

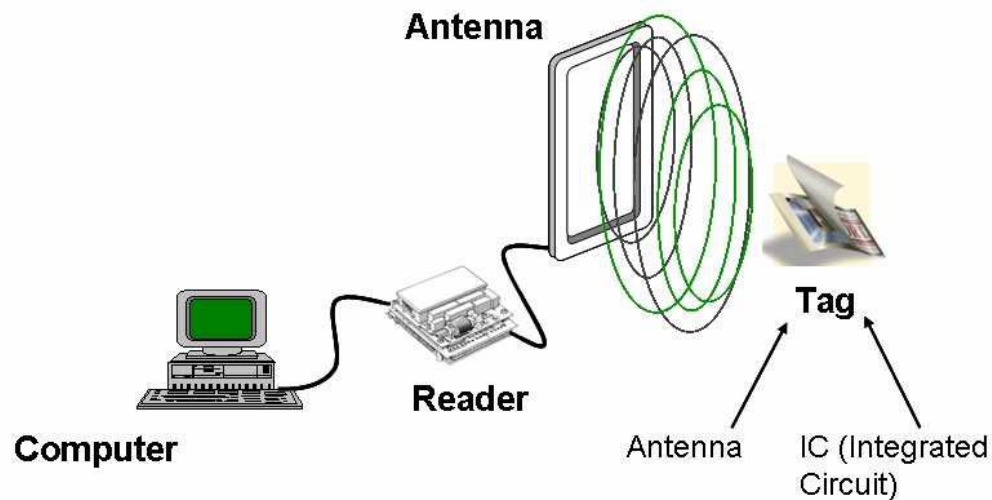


Imagen 11 Componentes de un Sistema RFID

Etiqueta RFID o transpondedor:

Compuesta por una antena, un transductor radio y un material encapsulado o chip. El propósito de la antena es permitirle al chip, el cual contiene la información, transmitir la información de identificación de la etiqueta. El chip posee una memoria interna con una capacidad que depende del modelo y varía de una decena a millares de bytes. Existen varios tipos de memoria:

Solo lectura: el código de identificación que contiene es único y es personalizado durante la fabricación de la etiqueta.

De lectura y escritura: la información de identificación puede ser modificada por el lector.

²³ (Dobkin). The RF in RFID Passive UHF RFID in Practice. Segunda Edición. Lugar de Edición: Burlington editorial Elsevier. 2008. 483P.

Anticolisión: Se trata de etiquetas especiales que permiten que un lector identifique varias al mismo tiempo (habitualmente las etiquetas deben entrar una a una en la zona de cobertura del lector).

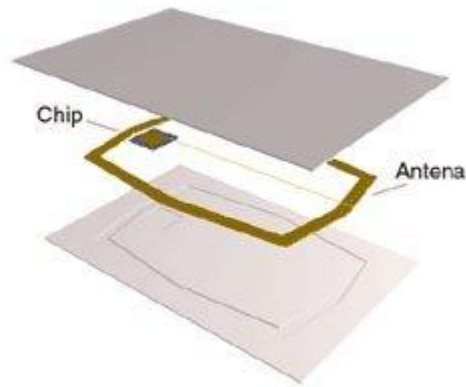


Imagen 12 Etiqueta RFID²⁴

Lector de RFID o transceptor:

Compuesto por una antena, un transceptor y un decodificador. El lector envía periódicamente señales para ver si hay alguna etiqueta en sus inmediaciones. Cuando capta una señal de una etiqueta (la cual contiene la información de identificación de ésta), extrae la información y se la pasa al subsistema de procesamiento de datos.

Componentes Hardware de un sistema RFID:

Un sistema RFID²⁵ está compuesto por tres elementos, el chip, la antena y el lector, por otro lado también está compuesto de una base de datos la cual contiene la información relacionada con los elementos etiquetados.

El chip contiene información del artículo al cual está unido, son utilizados por los fabricantes para identificar sus artículos.

²⁴ (Akrocard 2000). ¿Qué es una tarjeta RFID? [En Línea]. 2008. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://akrocard.blogspot.com/2008/07/qu-es-una-tarjeta-rfid.html>

²⁵ (Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la información y Telecomunicaciones de España. (AETIC)). Tecnología RFID: Usos y Oportunidades. Segunda Edición. Lugar de Edición: Madrid ©red.es. 2009. 96P.

La antena que va unida al chip es la responsable de la transmisión de información del tag hacia el lector RFID. La unión de chip y antena se conoce como transpondedor (transmisor/ receptor) o comúnmente llamado tag, un dispositivo que emite una señal identificable en respuesta a una interrogación.

El lector es el dispositivo de escaneo que tiene su propia antena para comunicarse con el tag, los dispositivos RFID utilizan cifrado y autenticación para evitar lecturas no autorizadas.

El host es el sistema final al que se le enviara la respuesta obtenida por el lector, esta almacena información sobre los elementos etiquetados.

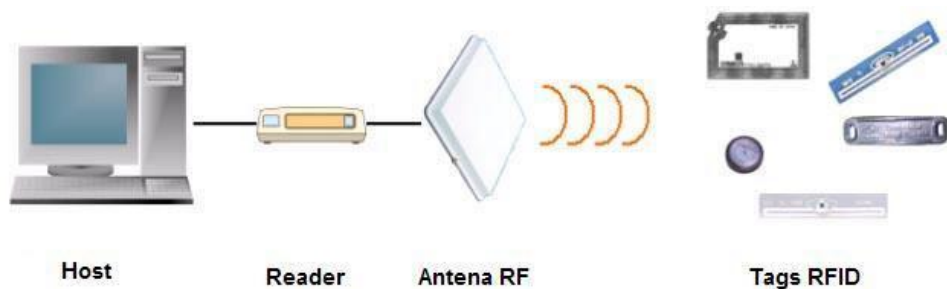


Imagen 13 Sistema RFID Básico

CLASIFICACIÓN DE LOS SISTEMAS RFID

Clasificación según tipo de etiqueta

Etiquetas pasivas

No tienen fuente de alimentación propia. La mínima corriente eléctrica inducida en la antena por la señal de escaneo de radiofrecuencia proporciona suficiente energía al circuito integrado de la etiqueta para poder transmitir una respuesta.

Debido a las preocupaciones por la energía y el coste, la respuesta de una etiqueta pasiva RFID es necesariamente breve, normalmente apenas un número de identificación.



Imagen 14 Etiqueta Pasiva

La falta de una fuente de alimentación propia hace que el dispositivo pueda ser bastante pequeño: existen productos disponibles de forma comercial que incluso pueden ser insertados bajo la piel.

Las etiquetas pasivas, en la práctica tienen distancias de lectura que varían entre unos 10 milímetros hasta unos 6 o 10 metros dependiendo del tamaño de la etiqueta y de la potencia y frecuencia en la que opera el lector. Hasta principios del 2008 el dispositivo más pequeño disponible en el mercado medía 0.05 milímetros x 0.05 milímetros y era más delgado que una hoja de papel.

Rango de frecuencia	LF 125 KHz	HF13,56 MHz	UHF868 MHz – 915 MHz	Microondas 2.45 GHz – 5.8 GHz
Rango máximo de lectura típico	< 0,5m	~ 1m	~ 3m	~ 1m
Características generales	Relativamente caro, aún a grandes volúmenes. LF requiere una mayor y más cara antena de cobre. Adicionalmente los tags inductivos son más caros que un tag capacitivo. Menos susceptible a degradaciones de rendimiento con metales y líquidos, a pesar que el rango de lectura es corto.	Menos caro que los tags inductivos de LF. Relativamente de corto rango y velocidades de datos menores comparados con frecuencias más altas. Orientado a aplicaciones que no requieren lectura de múltiples tags.	En volúmenes grandes, los tags de UHF tienen el potencial de ser más baratos que los tags LF y HF, debido a recientes avances en el diseño del IC. Ofrecen buen balance entre rango y rendimiento, especialmente para leer múltiples tags.	Características similares a los tags UHF, pero con velocidades de lectura más rápidas. Una desventaja de esta banda es que las transmisiones de microondas son las más susceptibles a degradaciones de rendimiento debido a metales y líquidos, entre otros materiales. Ofrecen señal direccional, ideal para ciertas aplicaciones.
Fuente de potencia del tag.	Generalmente pasivos solamente,	Generalmente pasivos solamente,	Tags activos con batería integral o tags	Tags activos con batería integral o tags




	usando acoplamiento inductivo.	utilizando acoplamiento inductivo o capacitivo.	pasivos utilizando acoplamiento capacitivo.	pasivos utilizando acoplamiento capacitivo.
Aplicaciones típicas	Control de acceso. Trazabilidad de animales. Inmovilizadores de vehículos. Aplicaciones POS incluyendo SpeedPass.	SmartCards. Trazabilidad a nivel de ítem, incluyendo manejo de equipaje (no en EU), bibliotecas.	Trazabilidad de pallets. Peajes. Manejo de equipaje (en EU).	SCM. Peajes.
Notas	Mayor base instalada debido a la naturaleza madura de la LF y transponder inductivos.	Actualmente es la más ampliamente disponible en el mundo, debido principalmente a la amplia adopción de SmartCards.	Japón no permite transmisiones en esta banda. Europa permite 868 MHz, mientras que EU permite operación a 915 MHz pero a mayores niveles de potencia.	
Velocidad de datos	Menor  Mayor			
Habilidad para leer cerca del metal o superficies húmedas.	Mayor  Menor			
Tamaño del tag pasivo.	Mayor  Menor			

Tabla 5 Características Básicas de las Etiquetas según su Frecuencia²⁶

²⁶ (ANÓNIMO). Transponder rfid. [En línea]. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.efalcom.com/rfid/index.php/productos-rfid/transponders-rfid>

Etiquetas semi-pasivas

Son muy similares a las pasivas, la diferencia está en que incorporan adicionalmente una pequeña batería. Esta batería permite al circuito integrado de la etiqueta estar constantemente alimentado. Además, elimina la necesidad de diseñar una antena para recoger potencia de una señal entrante.

Estas etiquetas, comparadas con las pasivas, son más potentes y responden con más celeridad en un radio de lectura superior.

Tienen una fiabilidad comparable a la de las etiquetas activas a la vez que pueden mantener el rango operativo de una etiqueta pasiva.

Etiquetas activas

Tienen una fuente de energía incorporada, lo que les permite tener una cobertura de lectura mayor y memorias más grandes que las etiquetas pasivas. Esto facilita la capacidad de poder almacenar información adicional enviada por el transmisor-receptor.

Actualmente, las etiquetas activas más pequeñas tienen un tamaño aproximado de una moneda. Muchas etiquetas activas tienen rangos prácticos de diez metros, y una duración de batería de varios años.

Como las etiquetas pasivas son mucho más baratas de fabricar y no necesitan batería, la gran mayoría de las etiquetas RFID existentes son de este tipo.

Las ventajas significativas que ofrecen las etiquetas pasivas en cuanto al coste, se contraponen a los mejores resultados que obtienen las etiquetas activas en medios difíciles, como son lugares húmedos o cerca de materiales metálicos. De ahí que el uso de etiquetas activas sea muy común hoy en día.



Imagen 15 Etiqueta Activa²⁷

Clasificación Según su radiofrecuencia:

Etiquetas de frecuencia baja (entre 125 o 134,2 kilohercios):

Son etiquetas de coste bajo y poco alcance. Su principal ventaja es su aceptación en todo el mundo, funcionan cerca de los metales y su uso está ampliamente difundido. La distancia de lectura es inferior a 1,5 metros, por lo que las aplicaciones más habituales son la identificación de animales, barriles de cerveza, bibliotecas, etc.

Etiquetas de alta frecuencia (13,56 megahercios)

Alcance y velocidad medios con coste relativamente bajo. Fueron desarrolladas como un sustituto barato y de perfil pequeño. Se pueden adaptar a etiquetas de papel populares en bibliotecas, identificación de pacientes, movimientos de equipajes de avión o acceso a edificios como también en activos fijos, son sensibles a la presencia de metal y requieren ciertas especificaciones de montaje. Normalmente se utilizan en aplicaciones tales como la trazabilidad de los productos, siendo su alcance mayor en relación a las frecuencias más bajas.

²⁷ (ANÓNIMO). FasTrak transponder. [En línea]. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet: http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FasTrak_transponder.jpg

Etiquetas UHF o frecuencia ultra elevada (de 868 a 956 megahercios)

Posibilitan mayores alcances y gran velocidad de lectura. Tienen grandes ventajas en la recolección automática de datos ya que se elimina el personal. Se usan en el rastreo de líneas de abastecimiento. Su gran velocidad facilita otro tipo de servicios como el cobro de peajes de forma automática. Las etiquetas UHF no pueden ser utilizadas en todo el mundo porque no existen regulaciones globales para su uso.

Etiquetas de microondas (2,45 gigahercios)

Por lo general son usadas en sistemas RFID activos ofreciendo largas distancias (por encima de los 30 metros) y altas velocidades de transmisión. Tienen un coste más elevado y se utilizan, por ejemplo, para localización de redes de pesca en el Mar del Norte.

ESTANDARIZACIÓN

Principales razones por las que discuten las diferentes organizaciones destinadas a la estandarización de la tecnología.

- Diseño e implementación de un sistema bien pensado. En lugar de gastar recursos en construir un sistema de marca, el cual puede estar propenso a errores y deficiencias de implementación, hacer uso de los estándares apropiados pueden determinar la mejor solución a través de varias iteraciones y mejoras que se aproximen a implementaciones ya establecidas en el mundo real.
- Diseñar la implementación de un sistema abierto. El estándar puede proveer especificaciones estrictas para la solución de los componentes que se proveen en el mercado, de esta forma se puede evitar esfuerzos y desarrollos muy extensos.
- Diseñar un sistema compatible. Hacer que la solución resultante sea compatible con una amplia gama de sistemas relacionados.

Las siguientes organizaciones han producido estándares relacionados en algún aspecto de RFID:

- ANSI (Instituto Nacional de Estándares Americanos).

- EAN.UCC (Asociación Internacional de Numeración de Artículos Europeos. Consejo de Código Uniforme).
- EPCGlobal.
- ISO (Organización Internacional para la Estandarización).
- CEN (Comité Europeo de Normalización).
- ETSI (Instituto de Estándares para las Comunicaciones Europeas).
- ERO (Oficina de Radiocomunicaciones Europeas).
- UPU (Unión Postal Universal).
- ASTM (Sociedad Americana para la Prueba y los Materiales).

Estándares ANSI

“El Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (ANSI por su sigla en inglés) es una organización privada sin fines lucrativos que administra y coordina la normalización voluntaria y las actividades relacionadas a la evaluación de conformidad en los Estados Unidos.

La misión del Instituto es mejorar tanto la competitividad mundial de las empresas estadounidenses, así como la calidad de vida estadounidense, promoviendo y facilitando normas voluntarias de consenso y sistemas de evaluación de conformidad, y protegiendo su integridad.”²⁸

A continuación se listan los principales estándares elaborados por la ANSI que están relacionados con la tecnología RFID.

ANS INCITS 256-2001. Estándar para la promoción de los dispositivos RFID interoperables, operando en bandas internacionales que están disponibles libremente y niveles de energía de licencia gratuita. Este estándar también apoya las aplicaciones de manejo de artículos.

ANS INCITS 371. Tecnología de la Información. Sistemas de localización en tiempo real (RTLS). Está compuesto de las siguientes partes:

²⁸ (Instituto Nacional de Normalización Estadounidense). Acerca de ANSI. [En línea]. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet:
http://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview_sp.aspx?menuid=1#.ULGDdYf8IZk

Protocolo de Interface Aérea a una frecuencia de 2.4 GHz.

Protocolo de Interface Aérea a una frecuencia de 433 MHz.

Interface de Programación de la Aplicación (API).

Estándares UCC. EAN

El sistema EAN.UCC²⁹ es dirigido conjuntamente por el Consejo de Código Uniforme, Incorporado y GS1 (antiguamente EAN Internacional). El sistema EAN.UCC estandariza los números de identificación, esquemas XML y otras soluciones a la cadena de suministros que permiten tener procesos más eficientes en los negocios.

El Consejo de Código Uniforme (UCC) es una organización sin fines de lucro dedicada al desarrollo e implementación de una cadena global de suministro. Bajo estos referentes, UCC opera tres subsidiarias: UCC, RosettaNet, y EPCGlobal US y este maneja conjuntamente el sistema global EAN.UCC con GS1³⁰.

EPCGlobal, es una consecuencia del UCC y EAN Internacional. Las soluciones basadas en UCC, incluyendo los procesos de negocios, estándares XML, grupos de transacción EDI (Intercambio Electrónico de Datos), y los estándares de identificación del código de barras del Sistema UCC.EAN son correctamente utilizados por más de un millón de compañías miembros a nivel mundial.

Las soluciones en la cadena de suministros ofrecida por el sistema EAN.UCC incluyen códigos de identificación únicos mundialmente, medios de transporte de datos, comercio electrónico y estándares comunicacionales. Estas herramientas apoyan a las industrias estabilizadas así como también a los mercados emergentes.

Esta iniciativa de estandarización está provista por este cuerpo de estándares:

- GTAG. Esta apunta a facilitar las operaciones en la cadena de suministro de global en la banda de los 862-928 MHz. Provee una fundación técnica con grupos de datos y lineamientos de aplicaciones. Las etiquetas RFID en cumplimiento con la GTAG están actualmente disponibles por varios

²⁹ (ANÓNIMO). European Article Numbering-Uniform Code Council. [En línea]. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet: http://en.wikipedia.org/wiki/European_Article_Numbering-Uniform_Code_Council

³⁰ (ANÓNIMO). Standars. [En línea]. [Citado 26-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.gs1.org/>

fabricantes.

Estándares ISO

ISO³¹ es una red de los institutos de estándares nacionales de 146 países, sobre la base de un miembro, con una Secretaría Global en Ginebra (Suiza), que coordina el sistema. La ISO es una organización no gubernamental, y está compuesta por unos comités técnicos y unos comités técnicos conjuntos que están involucrados en formular la estandarización relacionada con RFID.

A continuación se listan los estándares ISO relacionados a la tecnología RFID:

- ISO 7810. Tarjetas de identificación – Características físicas. Provee criterios de rendimiento, requerimientos para intercambios internacionales y criterios mínimos con características hombre-máquina.
- ISO 7816. Tarjetas de identificación. Tarjetas con circuito integrado con contactos, compuesto en 12 partes.
 - Parte 1. Características físicas.
 - Parte 2. Dimensiones y clasificación de los contactos.
 - Parte 3. Señales electrónicas y protocolos de transmisión.
 - Parte 4. Comandos inter industriales para el intercambio.
 - Parte 5. Sistema de numeración y procedimiento de registro para los identificadores de aplicación.
 - Parte 6. Elementos de datos inter industriales para el intercambio.
 - Parte 7. Comandos inter industriales para Tarjetas de Lenguaje Estructurado de Consulta (SCQL).
 - Parte 8. Comandos para operaciones de seguridad.
 - Parte 9. Comandos para manejo de tarjetas.
 - Parte 10. Señales electrónicas y respuesta para reconfigurar tarjetas sincronizadas.
 - Parte 11. Verificación personal a través de métodos biométricos.

³¹ (International Organization for Standardization). Standars. [En línea]. [Citado 27-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.iso.org/iso/home.html>

- Parte 12. Aplicación de información criptográfica.
- ISO 10373. Tarjetas de identificación. Métodos de test. Está dividido en 6 partes.
 - Parte 1. Pruebas de características generales.
 - Parte 2. Tarjetas con banda magnética.
 - Parte 3. Tarjetas con circuitos integrados y con su respectiva interfaz.
 - Parte 4. Tarjetas con memoria óptica.
 - Parte 5. Tarjetas de proximidad (10 cm).
 - Parte 6. Tarjetas de vecindad (1m).
- ISO 10536. Tarjetas de identificación. Circuitos integrados para tarjetas sin contactos. Está dividido en 3 partes.
 - Parte 1. Características físicas.
 - Parte 2. Dimensiones y localización de las áreas de acoplamiento.
 - Parte 3. Señales electrónicas y procedimientos para restablecimiento.
- ISO 14443. Tarjetas de identificación. Circuitos integrados para tarjetas sin contactos. Tarjetas de proximidad. Está dividida en 4 partes.
 - Parte 1. Características físicas.
 - Parte 2. Radiofrecuencia, potencia y señales de la interfaz.
 - Parte 3. Inicialización y anticolisión.
 - Parte 4. Protocolo de transmisión.
- ISO 15434. Información tecnológica. Sintaxis para transferencia de información ADC.
- ISO 15961. Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. Protocolo de datos e interfaz de aplicación.
- ISO 15962. Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. Protocolo de codificación de datos y funcionalidades de la memoria.
- ISO 15963. Información tecnológica. RFID para la gestión de objetos.

Identificación única para etiquetas RF.

- ISO 18000. Información tecnológica. RFID para gestión de objetos. (Dividido en 7 partes):
 - Parte 1. Parámetros generales para la interfaz aire y correspondencia con las frecuencias mundialmente admitidas.
 - Parte 2. Interfaz aire para 135 KHz.
 - Parte 3. Interfaz aire para 13.56 MHz.
 - Parte 4. Interfaz aire para 2.45 GHz.
 - Parte 6. Interfaz aire desde 860 MHz hasta 930 MHz.
 - Parte 7. Interfaz aire para 433.92 MHz.
- ISO 18047. Información tecnológica. RFID para test. Similar al ISO 18000. Se divide en 3 partes.
 - Parte 1. Métodos de test para interfaz aire a 13.56 MHz.
 - Parte 2. Métodos de test para interfaz aire a 2.45 GHz.
 - Parte 3. Métodos de test para interfaz aire a 433 MHz.
- ISO 23389. Normas para contenedores. Normas de lectura/escritura RFID.
- ISO 24710. Información tecnológica. Técnicas AIDC para gestión de objetos con interfaz ISO 18000. Funcionalidades elementales en interfaz aire.

Estándares ETSI

ETSI³² (Instituto Europeo de Estándares de Telecomunicaciones) es una organización independiente cuya misión es desarrollar los estándares de telecomunicaciones para hoy y para el futuro.

Los siguientes estándares ETSI se aplican para RFID:

- **ETSI TR 101 445 V1.1.1.** Asuntos de Compatibilidad electromagnética y Espectro de radio (ERM); Dispositivos de Corto Rango (SRD) intencionados

³² (European Telecommunications Standards Institute). Standards. [En línea]. [Citado 27-Oct-2012]. Disponible en internet: <http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>

para operar en la banda de los 862 MHz hasta los 870 MHz.

- **ETSI I-ETS 300 220 ed.1.** Equipos y Sistemas de Radio (RES); Dispositivos de Rango Corto (SRD); características Técnicas y métodos de prueba para equipos de radio para ser utilizados en el rango de frecuencia de 25 MHz a 1,000 MHz alcanzando niveles de potencia de 500 mW.
- **ETSI EN 300 330 V1.2.2.** Características técnicas y métodos de verificación para equipos RF en la banda de 9KHz a 25MHz y para sistemas de bucle inductivo en la banda de 9KHz a 30MHz.
- **ETSI I-ETS 300 440/C1 ed.1.** Equipos y Sistemas de Radio (RES); Dispositivos de Rango Corto (SRD); características Técnicas y métodos de prueba para equipos de radio para ser utilizados en el rango de frecuencia de 1 GHz hasta los 25 GHz.
- **ETSI EN 300 674 V1.1.1.** Equipos y Sistemas de Radio (RES); Dispositivos de Rango Corto (SRD); teletransporte, características técnicas y métodos de test para comunicaciones de corto alcance, equipos de transmisión 107 (500Kbps/250Kbps) operando en la banda industrial científica y médica de los 5.8 GHz.
- **ETSI ETS 300 683 ed.1.** Equipos y sistemas de Radio (RES); compatibilidad electromagnética estándar para dispositivos de corto alcance operando en las frecuencias comprendidas entre 9 KHz y 25 GHz.
- **ETSI EN 300 761 V1.1.1.** Compatibilidad electromagnética y composición del espectro electromagnético (ERM); identificación automática de vehículos (AVI) para ferrocarriles.
- **ETSI EN 301 489.** Compatibilidad electromagnética y composición del espectro electromagnético (ERM); compatibilidad electromagnética estándar para equipos de radio.
- **ETSI EN302208.** Define los requerimientos y métodos de medida para equipos RFID operando en la banda de 865 a 868MHz con niveles de potencia de hasta 2W.

Estándares ERO

ERO (Oficina Europea de Radiocomunicaciones) esta organización aplica para RFID los siguientes estándares:

- **ERC/DEC (91) 02.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar que operan en la banda de 26.957-27.238 MHz.
- **ERC/DEC (91) 03.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar que operan en la banda de 40.660-40.700 MHz.
- **ERC/DEC (91) 04.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar que operan en las bandas de frecuencia de 868.0-868.6 MHz, 868.7- 869.2MHz, 869.4-869.65 MHz y 869.7-870.0 MHz.
- **ERC/DEC (91) 05.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar que operan en la banda de 2,400-2,483.5 MHz.
- **ERC/DEC (91) 08.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar utilizados para la detección y alerta del movimiento operando en la banda de frecuencia 2,400-2,483.5 MHz.
- **ERC/DEC (91) 13.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar utilizados para aplicaciones inductivas operando en las bandas de frecuencia 9-59.750 KHz, 59.750-60.250 KHz, 60.250-70 KHz, 70-119 KHz, 119-135 KHz.
- **ERC/DEC (91) 14.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar utilizados para aplicaciones inductivas operando en las bandas de frecuencia 6,765-6,795 KHz, 13.553-13.567 MHz.
- **ERC/DEC (91) 15.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar

utilizados para aplicaciones inductivas operando en la banda de frecuencia 7,400-8,800 KHz.

- **ERC/DEC (91) 16.** Decisión ERC del 12 de Marzo del 2001 acerca de la armonización de frecuencias, características técnicas y excepción de la licencia individual de los dispositivos de rango pequeño sin especificar utilizados para aplicaciones inductivas operando en la banda de frecuencia 26.957-27283 MHz.
- **ERC/DEC (92) 02.** Decisión ERC del 22 de Octubre de 1992 sobre las bandas de frecuencia a ser designadas para la introducción coordinada de sistemas telemáticos de transporte de carretera.
- **ERC/REC 70-03.** Procedimiento para reconocimiento mutuo de tipo probatorio y de tipo aprobado por el equipo de radio.
- **ERC/REC 70-03.** Relacionada a la utilización de dispositivos de rango pequeño (SRD).

EPC (ELECTRONIC PRODUCT CODE)

El Código Electrónico de Producto (Electronic Product Code, EPC) es un esquema de numeración diseñado para identificar todos los objetos de forma única. El EPC fue creado para enumerar todos los objetos, usando de forma coordinada todos los métodos de numeración actuales y futuros. La norma describe la especificación de codificación del EPC en representación binaria, esto es, una secuencia de bits que codifica el EPC de una manera bien definida.

El EPC es un número único diseñado para identificar objetos. El EPC tiene una forma y estructura particulares que facilitan la unicidad, gestión del número y referencias a la información. La representación binaria del EPC consiste de una secuencia particular de particiones y bits.

El EPC fue previsto en un principio para acomodar los estándares de codificado existentes mientras se mantiene la generalidad, unicidad, simplicidad y eficiencia del direccionamiento de redes. Dadas estas restricciones, la especificación del EPC incluye un número de Identificación Universal Genérico, así como un conjunto de códigos de Identificación de Dominios que acomodan los sistemas de numeración existentes.

La estructura general del EPC consiste de un encabezado de longitud fija seguido de una serie de números cuya estructura y función están determinadas

completamente por el valor del encabezado. La especificación del EPC distingue entre un número de Identificación Universal Genérico y una serie de códigos de Identificación del Dominio. En la versión 1.0 del EPC se especifica el número de Identificación Universal y un solo código de Identificación de Dominio.

Elementos del código EPC

Para distinguir entre tipos y versiones del EPC, todos los números de EPC consisten de un encabezado de longitud fija seguido de una serie de números cuya longitud, organización y estructura están determinadas completamente por el valor del encabezado, como se ilustra en la siguiente figura. En este sentido, el número de encabezado puede ser considerado un metacódigo, esto es porque determina la estructura y formato de los números restantes.

Específicamente el encabezado EPC:

- Determina la estructura para la identificación única de un objeto.
- Establece el número y formato del número de particiones, incluyendo la longitud total y la longitud de cada partición.
- Indica las particiones adicionales para contenido o datos asociados con un EPC (si es necesario).

La longitud de bits totales y la longitud de bits de cada partición están establecidas por un valor de encabezado dado, como se refleja en la siguiente tabla.

Segmento	Descripción	Bits
01	Versión del EPC	8 bits (256 versiones distintas)
115AID7	Identificador del fabricante	28 bits (> 268 millones de posibles fabricantes)
28A1E6	Identificador del producto	24 bits (> 16 millones de productos diferentes por fabricante)
42C1BA30A	Numero de serie del artículo	36 bits (> 64 millones de artículos diferentes por producto)

Tabla 6 Descripción del EPC de 96 bit

MARCO GEOGRÁFICO



Imagen 16 Universidad Libre sede Bosque Popular³³

Nombre de la organización: Universidad Libre Seccional Bogotá Sede Bosque Popular.

Ubicación: Bogotá D. C., Cundinamarca, Colombia, Barrio: Normandía., Localidad: Engativá, Dirección: Cra. 70 # 53 – 40.

La Universidad limita al norte con el Jardín Botánico José Celestino Mutis, al sur con el Colegio Militar Simón Bolívar, al oriente con la Unidad Deportiva El Salitre y al Occidente con la Avenida de la Constitución (Gustavo Rojas Pinilla).

Las instalaciones de la Universidad Libre Sede Bosque Popular cuentan con un campus deportivo (Polideportivo), un conjunto de edificaciones en los cuales se establecen las diferentes facultades, la biblioteca y la dirección de posgrados.

Dichos edificios están denominados como bloques, y se distribuyen así: Bloque A (Facultad de Ingeniería), Bloque B (Aulas y Aula Máxima de Ingeniería), Bloque C (Facultad de Contaduría), Bloque D (Facultad de Ciencias de la Educación), Bloque E (Colegio Universidad Libre), Bloque G (Dirección de Posgrados), Bloque H (Biblioteca) y Bloque L (Laboratorios de Ingeniería).

³³ (ANÓNIMO). Universidad Libre, Bosque Popular, Bogotá, Colombia. [En línea]. [Citado 7-Nov-2012]. Disponible en internet: <http://maps.google.es/>

DESARROLLO DE INGENIERÍA

En este capítulo se tratarán la definición de los requisitos funcionales y/o no funcionales, así como la arquitectura de hardware y de software, en conjunto con los modelos y diagramas con la que se plantea la solución del prototipo, describiendo cada una de las partes que componen dicha arquitectura y tratando de detallar el funcionamiento del sistema dentro de un ambiente ideal en el que no se produzcan interferencias para realizar las lecturas de las etiquetas RFID y en el que se mantenga la secuencia establecida en los siguientes apartes.

MODELACIÓN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA

La modelación de este prototipo es indispensable, pues se requiere para llevar a cabo actividades de evaluación de riesgos e impactos que este sistema pueda provocar durante el proceso de implementación, algunos de los cuales serán tratados en este capítulo.

Arquitectura del Prototipo del Sistema

Arquitectura de la Red

El prototipo del sistema se instalará sobre una red distribuida, la cual deberá contar con un conjunto de servidores/clientes conectados a un servidor central mediante cable de red 100BaseTX para interfaces Fast-Ethernet RJ-45 y enrutadores o switches con su respectivo cableado para aumentar la cobertura de lectura de localizaciones y disminuir pérdidas durante el tráfico de datos. A continuación se definen las características principales de los componentes de hardware para este prototipo:

Servidores y Clientes

Los servidores son equipos que proveerán los servicios de conectividad a la red (firewall, proxy y DHCP); mientras que los clientes son los equipos en donde se instalará el componente de software. Los clientes serán utilizados por los administradores para realizar el proceso de revisión de solicitudes y el proceso de detección y localización de dispositivos con su respectivo reporte.

Enrutadores y Switches

Son dispositivos que tienen como objetivo hacer enlaces con múltiples dispositivos dentro de una topología de red de computadores para la transmisión de información. Para el prototipo del sistema, los enrutadores y switches que se instalen también deberán ser incluidos dentro de la LAN y se deberán configurar para el funcionamiento de la misma.

Espacio de direcciones IP utilizables

	Mascara	Red	1ra Uso	Ultimo Host	Broadcast
LAN1	255.255.255.240	190.1.10.0	190.1.10.1	190.1.10.14	190.1.10.15
LAN2	255.255.255.240	190.1.10.20	190.1.10.21	190.1.10.34	190.1.10.35
LAN3	255.255.255.240	190.1.10.40	190.1.10.41	190.1.10.54	190.1.10.55
LAN4	255.255.255.240	190.1.10.60	190.1.10.61	190.1.10.74	190.1.10.75
LAN5	255.255.255.240	190.1.10.80	190.1.10.81	190.1.10.94	190.1.10.95
LAN6	255.255.255.240	190.1.10.100	190.1.10.101	190.1.10.114	190.1.10.115
LAN7	255.255.255.240	190.1.10.120	190.1.10.121	190.1.10.134	190.1.10.135
LAN8	255.255.255.240	190.1.10.140	190.1.10.141	190.1.10.154	190.1.10.155

Tabla 7 Direcciones IP Utilizables

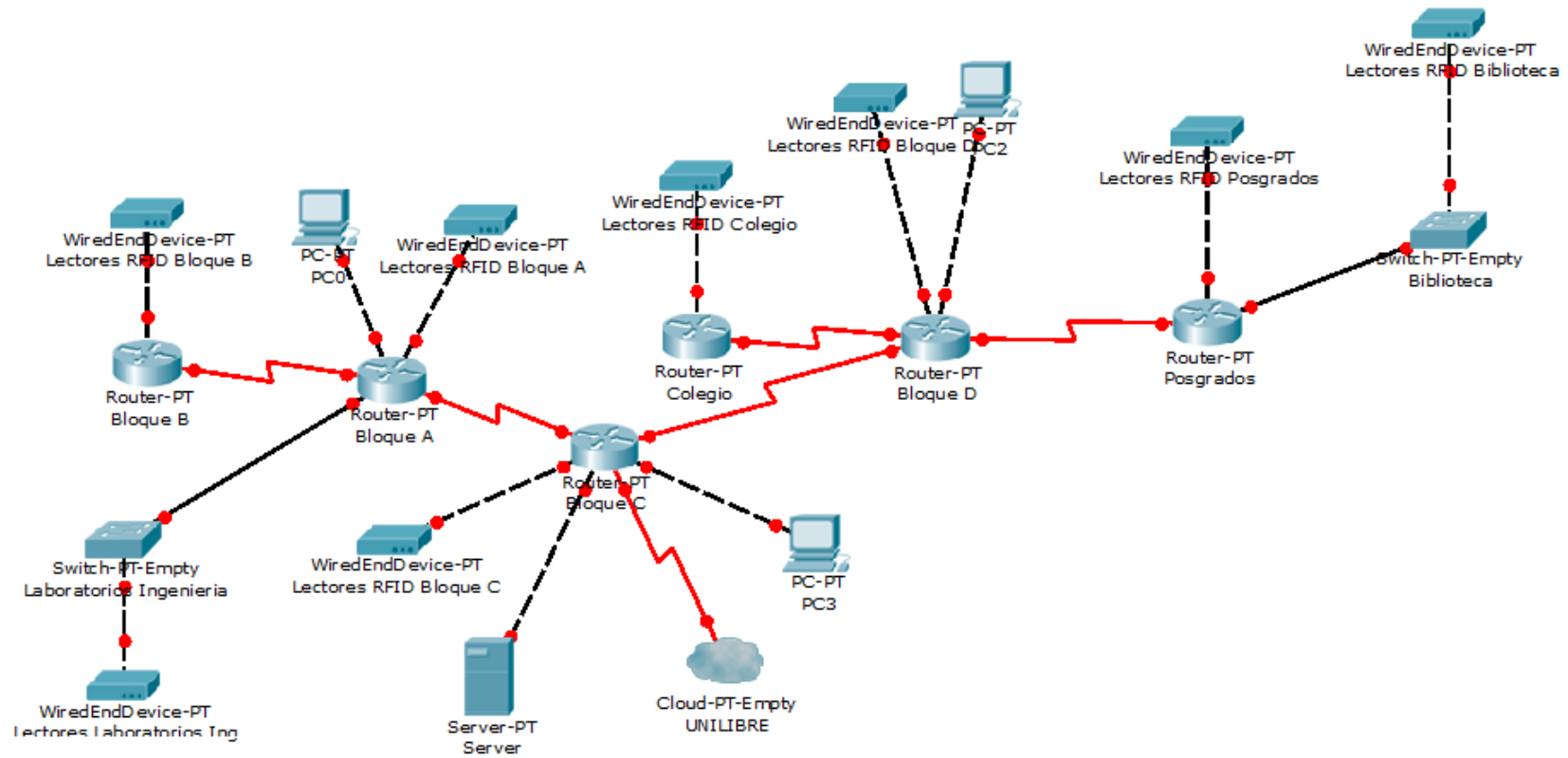
Enrutamiento de datos

Enrutamiento estático y dinámico por medio de los routers cuya configuración requerirá la configuración manual de las rutas de comunicación (enrutamiento estático) y configuración del protocolo RIPv2 (Routing Information Protocol version 2) para la comunicación entre los routers con el fin de mantener actualizadas la tablas de enrutamiento en caso de modificación de la topología.

Lectores RFID

Estos dispositivos se configurarán para estar conectados a la red a través de protocolos IPv4 o IPv6 (Internet Protocol), y se instalarán en cada uno de los edificios de la Universidad a través de la interfaz Fast-Ethernet para realizar la comunicación y transmitir información entre estos dispositivos y los demás componentes de la red.

Topología de la red



Desarrollo de la aplicación

En lo referente a la aplicación, se debe tener en cuenta que este es un proyecto que debe ser realizado a la medida, es decir, con los estándares y requerimientos proporcionados por la Universidad y mediante la implementación de metodologías que permitan el desarrollo de un producto con calidad y que no sea de gran esfuerzo para el equipo desarrollador.

Para llevar a cabo el desarrollo del producto de software para este prototipo se propone el desarrollo por medio de un Modelo de Desarrollo por Prototipos, como respuesta a la fase inicial del desarrollo del proyecto, pues puede darse el caso que los requisitos del producto de software no estén completamente definidos o haya cambios de los requisitos durante el desarrollo del proyecto. En cuanto a la metodología, se propone el uso de una metodología mixta, es decir, hacer uso de una metodología tradicional en conjunto con una metodología de desarrollo ágil, de esta forma se puede obtener un producto en el que se haga un esfuerzo moderado de acuerdo a los parámetros seleccionados para llevar a cabo el desarrollo del producto.

Análisis de requisitos

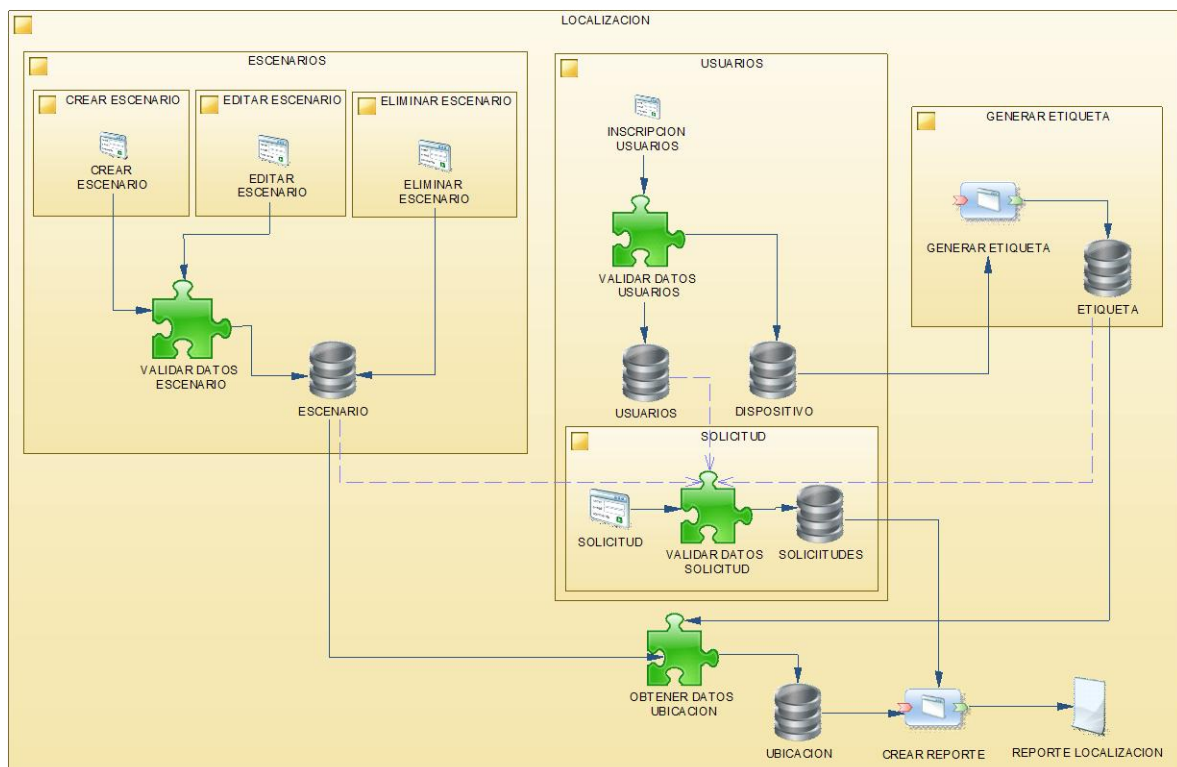
ID	Descripción	Código
1	Inscribir dispositivo	REQ_0001
1.1	Validar datos inscripción	REQ_0002
2	Realizar solicitudes	REQ_0003
2.1	Validar solicitud	REQ_0004
3	Iniciar sesión administrador	REQ_0005
3.1	Validar datos inicio de sesión	REQ_0006
4	Crear escenarios	REQ_0007
4.1	Calcular número lectores escenario	REQ_0008
4.2	Validar datos escenario	REQ_0009
4.2.1	Agregar lector	REQ_0010
5	Editar escenarios	REQ_0011
5.1	Validar datos escenario	REQ_0012
5.1.1	Editar lectores	REQ_0013
6	Eliminar escenarios	REQ_0014
7	Consultar solicitudes	REQ_0015
8	Localizar dispositivos	REQ_0016

8.1	Calcular posición etiqueta	REQ_0017
8.2	Mostrar posición etiqueta	REQ_0018
9	Generar reportes	REQ_0019
9.1	Notificar reportes	REQ_0020
10	Activar usuarios	REQ_0021
10.1	Generar EPC	REQ_0022
11	Desactivar usuarios	REQ_0023

Tabla 8 Análisis de Requisitos

Especificación

Es la tarea de escribir detalladamente el software a ser desarrollado, en una forma matemáticamente rigurosa. En la realidad, la mayoría de las buenas especificaciones han sido escritas para entender y afinar aplicaciones que ya estaban desarrolladas. Las especificaciones son más importantes para las interfaces externas, que deben permanecer estables.



Diseño y arquitectura

Se refiere a determinar cómo funcionará el software de forma general sin entrar en detalles. Se definen los casos de uso para cubrir las funciones que realizará el sistema, y se transformarán las entidades definidas en el análisis de requisitos en clases de diseño, obteniendo un modelo cercano a la programación orientada a objetos.

Definición de actores

Administrador

Es la persona encargada de las labores de gestión de etiquetas –a partir de los usuarios finales- y de los escenarios, así como de los procesos de revisión de solicitudes y de detección y localización de dispositivos.

Estos usuarios bien pueden ser parte de la Administración de la Universidad, o hacer parte del cuerpo Directivo de la Universidad.

Usuario final

Es la persona que hará uso de funcionalidades de inscripción al sistema y de generación de solicitudes.

Estos usuarios están definidos como toda la comunidad unilibrista.

Caso de uso

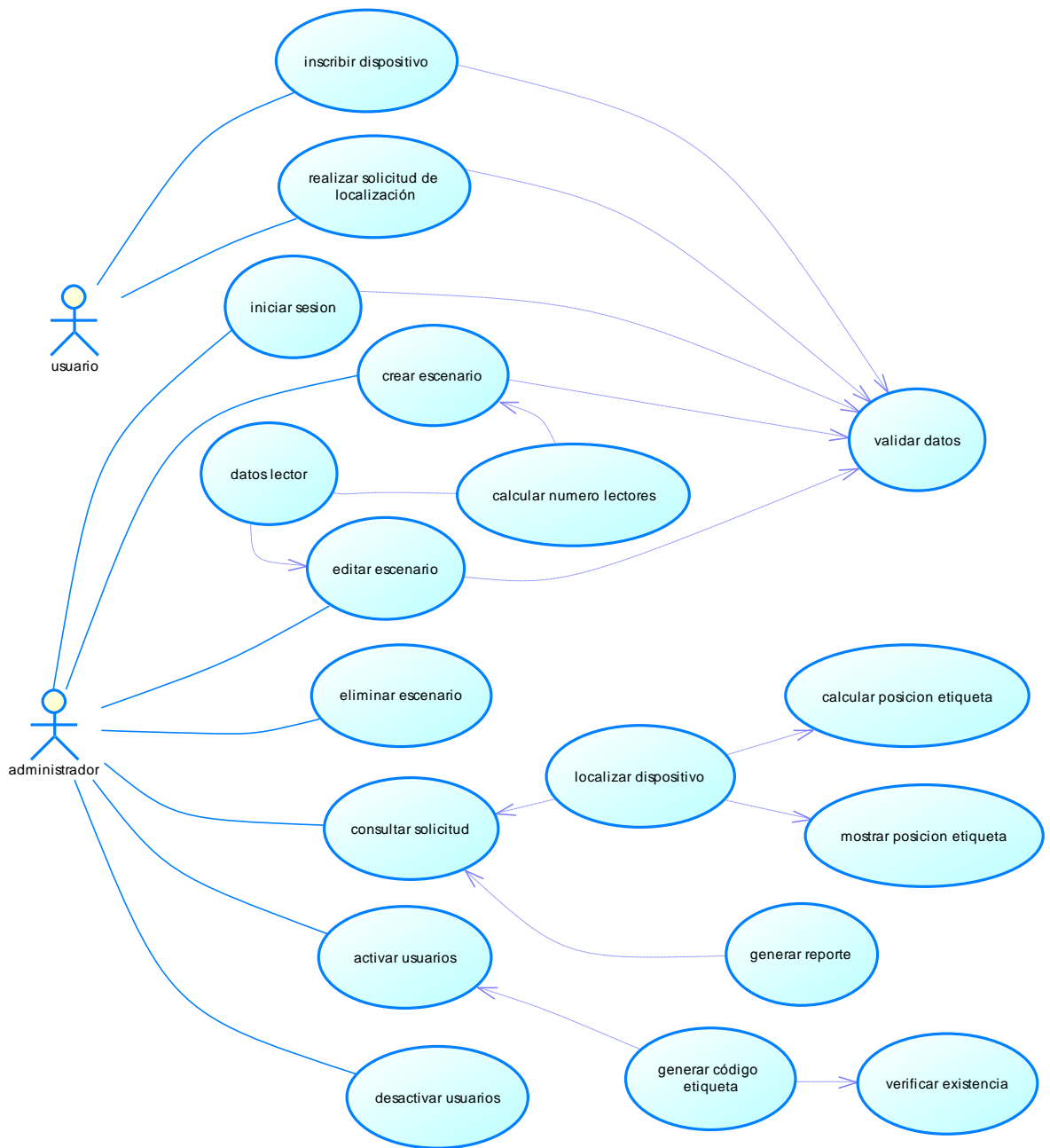


Diagrama de clases

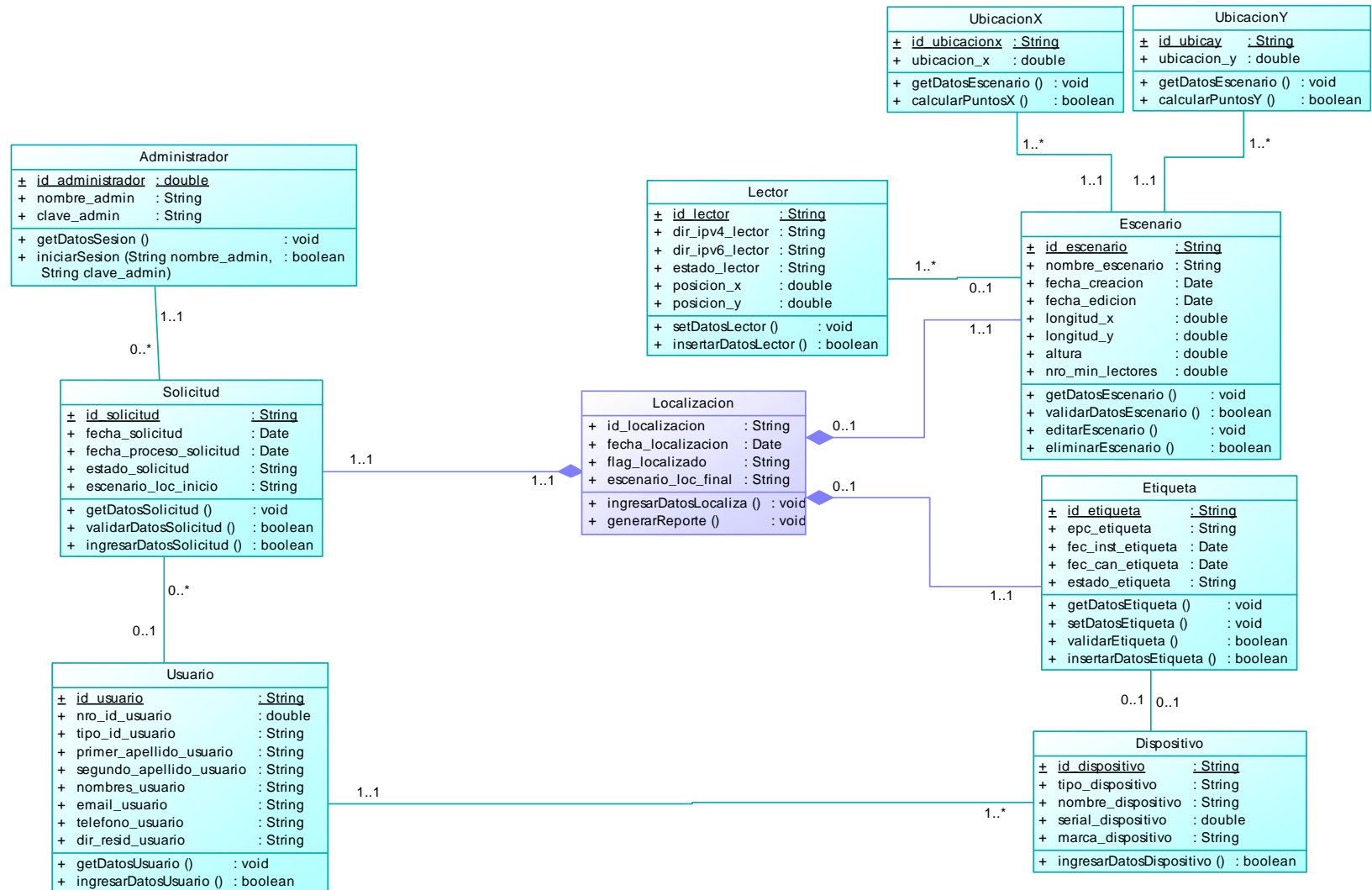
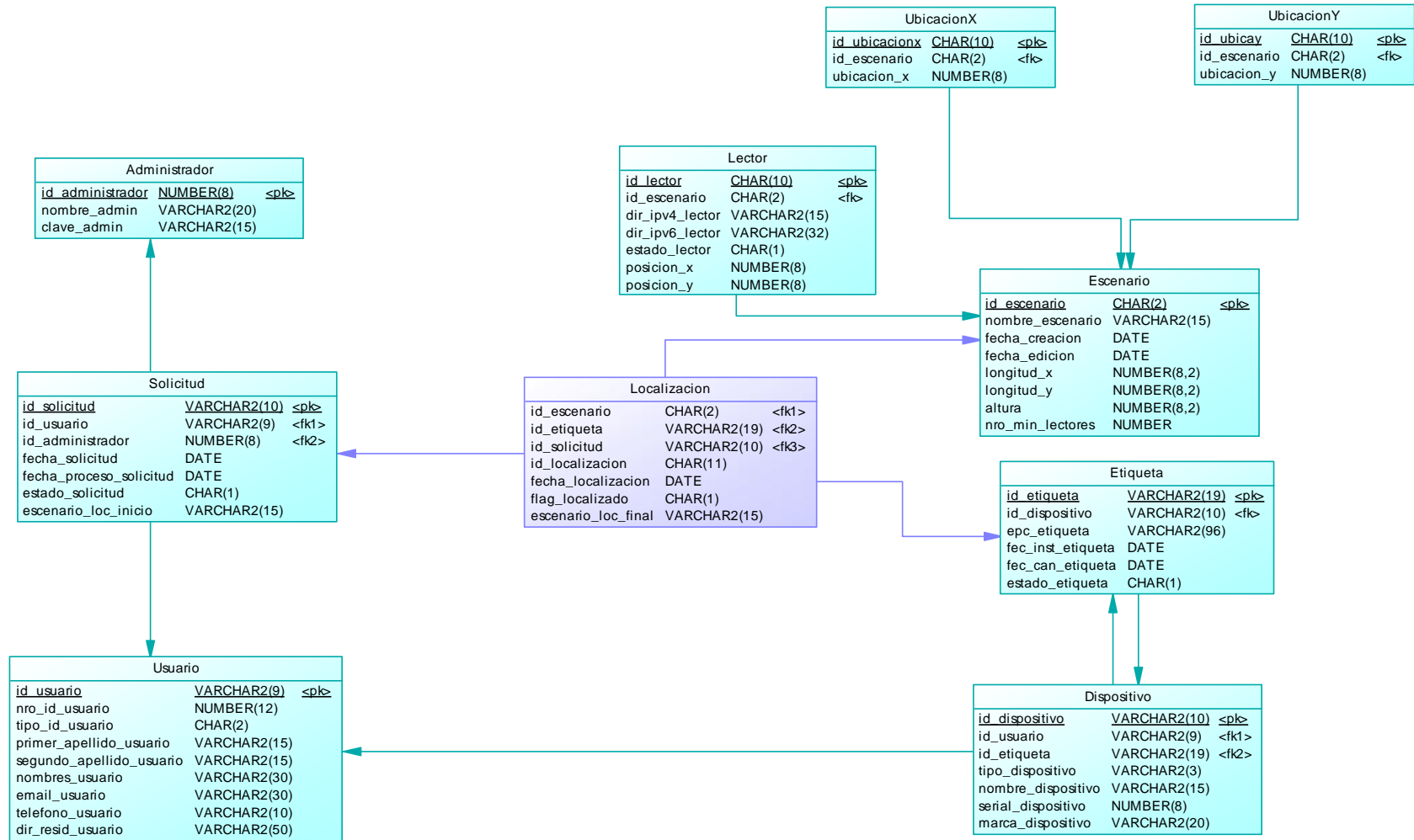


Diagrama de base de datos



Programación

Inscripción de dispositivo

Inscripción de dispositivos

Localización de dispositivos móviles



Datos de usuario

Nro Identificación

☒ Cédula ciudadanía ☐ Tarjeta identidad ☐ Cédula extranjería ☐ Pasaporte

Primer apellido

Segundo apellido

Nombres

E-mail

Teléfono

Dirección

Datos de dispositivo

Tipo de dispositivo Referencia

Marca de dispositivo Nro Serial

Funcionamiento del prototipo

Este prototipo está diseñado para llevar a cabo la localización de dispositivos móviles mediante la lectura de etiquetas RFID por medio de lectores activos, los cuales tienen una cobertura aproximada de 13 metros, con lo cual se puede cubrir todo el espacio de los edificios de la Universidad Libre Sede Bosque Popular con un conjunto de varios lectores, esta cantidad varía de acuerdo al área de cada bloque, teniendo entre 2 a 6 lectores por bloque, puede presentarse el caso que se tengan más lectores dentro de un escenario.

La localización de los dispositivos se realizará a través de una aplicación web que estará alojada en el servidor y se tendrá acceso a ella a través del sitio web de la Universidad. Esta aplicación será de administración exclusiva del departamento de seguridad de la Universidad. Los estudiantes tendrán acceso a la aplicación únicamente para realizar solicitudes de búsqueda. A continuación se describe el funcionamiento que se pretende para este prototipo.

1. Se realiza inscripción del dispositivo móvil por parte de la persona interesada en el servicio, escribiendo los datos para la etiqueta RFID. Cada etiqueta será registrada con un identificador que se entregará a la persona que haya realizado la inscripción.
2. Una vez registrado el dispositivo se procede con la entrega e instalación de la etiqueta en el dispositivo móvil. Este proceso es antecedido por la activación y generación de la etiqueta por parte del administrador.
3. Para realizar una búsqueda, la persona interesada debe llenar un formulario de solicitud donde se debe colocar el documento de identidad, seleccionar la etiqueta que se quiera localizar e indicar el sitio de búsqueda (escenario).
4. El administrador de la aplicación verifica que la solicitud cumpla con la reglamentación establecida para realizar la búsqueda, cuando se verifica que la solicitud es válida se procede a realizar la búsqueda. Esta búsqueda se puede hacer mediante la lectura de todas las etiquetas que se encuentren dentro del escenario, o activando lector por lector dentro de un escenario.
5. Cuando se termina de hacer la exploración dentro del escenario inicial de búsqueda y se encuentra el dispositivo se envía un mensaje al solicitante y se comunica al resto del departamento de seguridad la ubicación del dispositivo localizado. En caso que la exploración no tenga éxito, se procede a realizar la búsqueda en los otros escenarios, realizando por igual

los pasos mencionados anteriormente. Si la exploración en este caso tampoco tiene éxito se marca la solicitud y se informa al solicitante que dicha búsqueda no tuvo éxito.

6. Cada solicitud de búsqueda realizada genera un reporte indicando los datos del solicitante, hora y fecha del proceso de localización, escenario de búsqueda inicial y escenario de búsqueda final. Cuando las solicitudes son marcadas se define si se procede a hacer un reproceso de la solicitud o se archiva.
7. Los reportes generados para cada solicitud se almacenan dentro del servidor, para mantener registros y evaluar el funcionamiento del sistema.

CONCLUSIONES

La tecnología de identificación por radiofrecuencia RFID, debido a su potencial como herramienta para la comunicación permite el desarrollo de proyectos con los cuales se puedan llevar a cabo actividades de control y mejoramiento de procesos, así como de desarrollo y aplicación de nuevos procesos en las organizaciones.

Para llevar a cabo un proceso más formal para la localización de dispositivos por medio de esta tecnología, se recomienda realizar un estudio de los aspectos físicos de cada uno de los componentes, pues gracias a los avances que se han presentado en el desarrollo de esta tecnología de identificación se pueden determinar soluciones para diferentes tipos de sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

- International Organization for Standardization. (n.d.). *ISO*. Retrieved Octubre 27, 2012, from <http://www.iso.org/iso/home.html>
- Akrocard 2000. (2008, Agosto 16). *Akrocard 2000*. Retrieved Octubre 26, 2012, from <http://akrocard.blogspot.com/2008/07/qu-es-una-tarjeta-rfid.html>
- ANÓNIMO. (2007, Abril 18). *UCEL*. Retrieved Septiembre 15, 2012, from <http://www.ucel.com.br/comentarios/com129.asp>
- ANÓNIMO. (2010, Mayo 13). *EcoSiglos*. Retrieved Octubre 22, 2012, from <http://www.ecosiglos.com/2010/05/cafe-mineria-y-salud-casos-de-exito-de.html>
- ANÓNIMO. (s.f.). *Centro de difusión de tecnologías ETSIT - UPM*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2012, de <http://www.ceditec.etsit.upm.es/index.php/Descargar-documento/25-Tecnologias-de-Localizacion.html>
- ANÓNIMO. (n.d.). *eFalcon rfid division*. Retrieved Octubre 26, 2012, from <http://www.efalcon.com/rfid/index.php/productos-rfid/transponders-rfid>
- ANÓNIMO. (n.d.). *Google*. Retrieved Noviembre 7, 2012, from <http://maps.google.es/>
- ANÓNIMO. (n.d.). *Kioskea*. Retrieved Octubre 1, 2012, from <http://es.kioskea.net/contents/wifi/wifiintro.php3>
- ANÓNIMO. (n.d.). *Kioskea*. Retrieved Octubre 16, 2012, from <http://es.kioskea.net/contents/bdd/bddtypes.php3>
- ANÓNIMO. (s.f.). *Manuales para uso de GPS, planos y cartografía*. Recuperado el 10 de Septiembre de 2012, de MANUALES PARA USO DE GPS, PLANOS Y CARTOGRAFÍA
- ANÓNIMO. (n.d.). *ORACLE*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html>
- ANÓNIMO. (n.d.). *ORACLE*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://java.sun.com/blueprints/patterns/MVC-detailed.html>
- ANÓNIMO. (n.d.). *Redes & Trucos*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://redesytrucos.blogspot.com/2012/06/modelo-osi.html>
- ANÓNIMO. (n.d.). *RFCEditor*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://www.rfc-editor.org/>
- ANÓNIMO. (n.d.). *RFID Centre*. Retrieved Septiembre 02, 2012, from <http://www.rfidc.com/>
- ANÓNIMO. (n.d.). *Servicios Informáticos KIFER*. Retrieved Octubre 12, 2012, from <http://www.kifer.es/Recursos/Pdf/RFID.pdf>
- ANÓNIMO. (n.d.). *The global language of busines*. Retrieved Octubre 26, 2012, from <http://www.gs1.org/>
- ANÓNIMO. (n.d.). *The Internet Engineering Task Force (IETF)*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://www.ietf.org/>

- ANÓNIMO. (n.d.). *wikipedia*. Retrieved Octubre 26, 2012, from http://es.wikipedia.org/wiki/Archivo:FasTrak_transponder.jpg
- ANÓNIMO. (n.d.). *wikipedia*. Retrieved Octubre 27, 2012, from http://en.wikipedia.org/wiki/European_Article_Numbering-Uniform_Code_Council
- Asociación de Empresas de Electrónica, Tecnologías de la información y Telecomunicaciones de España. (AETIC). (2009). *Tecnología RFID: Usos y Oportunidades*. Madrid: (C)red.es.
- Bueno Delgado, V., Martínez Sala, A., Egea López, E., Vales, J., & García Haro, J. (n.d.). *Universidad Politécnica de Cartagena*. Retrieved Octubre 11, 2012, from Repositorio Digital: http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/347/1/2005_AI_7.pdf
- CASAR CORREDERA, J. (2005). *Universidad Politécnica de Madrid*. Retrieved Septiembre 11, 2012, from Universidad Politécnica de Madrid: http://www.upm.es/sfs/Rectorado/Organos%20de%20Gobierno/Consejo%20Social/Actividades/tecnologias_servicios_para_sociedad_informacion.pdf
- Dobkin, D. (2008). *The RF in RFID Passive UHF RFID in Practice*. Burlington: Elsevier.
- DoctorPC. (2010, Septiembre 23). *REPARACIÓNDEPC*. Retrieved Septiembre 15, 2012, from <http://reparaciondepc.cl/blog/manual-redes-wifi-o-redes-inalambricas/1/>
- European Telecommunications Standards Institute. (n.d.). *ETSI*. Retrieved Octubre 27, 2012, from <http://www.etsi.org/WebSite/homepage.aspx>
- Instituto Nacional de Normalización Estadounidense. (n.d.). *ANSI*. Retrieved Octubre 26, 2012, from http://www.ansi.org/about_ansi/overview/overview_sp.aspx?menuid=1#.ULGDdYf8IZk
- Miquel Peris, S., & et al. (2008). *Distribución Comercial*. Madrid: ESIC.
- Morell, J. M. (2009, Junio). *Escuela Politécnica Superior*. Retrieved Octubre 5, 2012, from <http://arantxa.ii.uam.es/~jms/pfcsteleco/lecturas/20090703JesusMarcosMorell.pdf>
- Raga, C. (n.d.). *Ilustrados*. Retrieved Octubre 15, 2012, from <http://www.ilustrados.com/tema/3788/Base-Datos.html>
- RFID Magazine. (2010, Noviembre 4). *La Comunidad de RFID en Latinoamérica*. Retrieved Octubre 22, 2012, from <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/frigorifico-guadalupe-se-convierte-en-la-primera-compania-de-colombia-que-identifica-ganado-con-rfidepc/>
- Sánchez Vitores, R. (n.d.). *Scribd*. Retrieved Octubre 5, 2012, from <http://es.scribd.com/doc/97186985/sistemas-de-localizacion-tag>
- Services Orange Business. (2011, Noviembre 16). *La Comunidad de RFID en Latinoamérica*. Retrieved Octubre 22, 2012, from <http://www.rfidpoint.com/casos-de-exito/hospital-en-colombia-monitorea-farmacos-herramientas-y-cirujanos-con-tecnologia-rfid-de-orange/>

ANEXOS

Anexo 1 Scripts de Creación de Tablas

```
/*=====*/
/* Tabla: ADMINISTRADOR */
/*=====*/
create table ADMINISTRADOR (
  ID_ADMINISTRADOR  NUMBER(8)          not null,
  NOMBRE_ADMIN      VARCHAR2(20)       not null,
  CLAVE_ADMIN       VARCHAR2(15)       not null,
  constraint PK_ADMINISTRADOR primary key (ID_ADMINISTRADOR)
);
/*=====*/
/* Tabla: DISPOSITIVO */
/*=====*/
create table DISPOSITIVO (
  ID_DISPOSITIVO    VARCHAR2(10)       not null,
  ID_USUARIO        VARCHAR2(9)        not null,
  ID_ETIQUETA       VARCHAR2(19),
  TIPO_DISPOSITIVO  VARCHAR2(3)        not null,
  NOMBRE_DISPOSITIVO VARCHAR2(15)       not null,
  SERIAL_DISPOSITIVO NUMBER(8)         not null,
  MARCA_DISPOSITIVO VARCHAR2(20)       not null,
  constraint PK_DISPOSITIVO primary key (ID_DISPOSITIVO)
);

/*=====*/
/* Tabla: ESCENARIO */
/*=====*/
create table ESCENARIO (
  ID_ESCENARIO      CHAR(2)            not null,
  NOMBRE_ESCENARIO  VARCHAR2(15),
  FECHA_CREACION    DATE               not null,
  FECHA_EDICION     DATE,
  LONGITUD_X        NUMBER(8,2)        not null,
  LONGITUD_Y        NUMBER(8,2)        not null,
  ALTURA           NUMBER(8,2)        not null,
  NRO_MIN_LECTORES  NUMBER             not null,
  constraint PK_ESCENARIO primary key (ID_ESCENARIO)
);
```

```

/*=====*/
/* Tabla: ETIQUETA */
/*=====*/

```

```

create table ETIQUETA (
  ID_ETIQUETA      VARCHAR2(19)          not null,
  ID_DISPOSITIVO   VARCHAR2(10)          not null,
  EPC_ETIQUETA     VARCHAR2(96)          not null,
  FEC_INST_ETIQUETA DATE                  not null,
  FEC_CAN_ETIQUETA DATE,
  ESTADO_ETIQUETA  CHAR(1),
  constraint PK_ETIQUETA primary key (ID_ETIQUETA)
);

```

```

/*=====*/
/* Tabla: LECTOR */
/*=====*/

```

```

create table LECTOR (
  ID_LECTOR        CHAR(10)              not null,
  ID_ESCENARIO     CHAR(2),
  DIR_IPV4_LECTOR  VARCHAR2(15)          not null,
  DIR_IPV6_LECTOR  VARCHAR2(32),
  ESTADO_LECTOR    CHAR(1),
  POSICION_X       NUMBER(8)              not null,
  POSICION_Y       NUMBER(8)              not null,
  constraint PK_LECTOR primary key (ID_LECTOR)
);

```

```

/*=====*/
/* Tabla: LOCALIZACION */
/*=====*/

```

```

create table LOCALIZACION (
  ID_ESCENARIO     CHAR(2)                not null,
  ID_ETIQUETA      VARCHAR2(19)           not null,
  ID_SOLICITUD     VARCHAR2(10)           not null,
  ID_LOCALIZACION  CHAR(11)               not null,
  FECHA_LOCALIZACION DATE                 not null,
  FLAG_LOCALIZADO  CHAR(1),
  ESCENARIO_LOC_FINAL VARCHAR2(15)
);

```

```

/*=====*/
/* Tabla: SOLICITUD */
/*=====*/

```

```

create table SOLICITUD (

```

```

ID_SOLICITUD      VARCHAR2(10)          not null,
ID_USUARIO        VARCHAR2(9),
ID_ADMINISTRADOR  NUMBER(8)             not null,
FECHA_SOLICITUD   DATE                  not null,
FECHA_PROCESO_SOLICITUD DATE,
ESTADO_SOLICITUD  CHAR(1)               not null,
ESCENARIO_LOC_INICIO VARCHAR2(15)       not null,
constraint PK_SOLICITUD primary key (ID_SOLICITUD)
);
/*=====*/
/* Tabla: UBICACIONY */
/*=====*/
create table UBICACIONY (
  ID_UBICAY        CHAR(10)             not null,
  ID_ESCENARIO     CHAR(2)              not null,
  UBICACION_Y      NUMBER(8)            not null,
  constraint PK_UBICACIONY primary key (ID_UBICAY)
);

/*=====*/
/* Tabla: UBICACIONX */
/*=====*/
create table UBICACIONX (
  ID_UBICACIONX    CHAR(10)             not null,
  ID_ESCENARIO     CHAR(2)              not null,
  UBICACION_X      NUMBER(8)            not null,
  constraint PK_UBICACIONX primary key (ID_UBICACIONX)
);

/*=====*/
/* Tabla: USUARIO */
/*=====*/
create table USUARIO (
  ID_USUARIO       VARCHAR2(9)          not null,
  NRO_ID_USUARIO   NUMBER(12)           not null,
  TIPO_ID_USUARIO  CHAR(2)              not null,
  PRIMER_APELLIDO_USUARIO VARCHAR2(15)  not null,
  SEGUNDO_APELLIDO_USUARIO VARCHAR2(15) not null,
  NOMBRES_USUARIO  VARCHAR2(30)         not null,
  EMAIL_USUARIO    VARCHAR2(30)         not null,
  TELEFONO_USUARIO VARCHAR2(10)         not null,
  DIR_RESID_USUARIO VARCHAR2(50),
  constraint PK_USUARIO primary key (ID_USUARIO)
);

```

Asignación de Llaves Foráneas

```
alter table LECTOR
  add constraint FK_LECTOR_CONTIENID_ESCENARI foreign key
  (ID_ESCENARIO)
  references ESCENARIO (ID_ESCENARIO);
```

```
alter table UBICACIONX
  add constraint FK_UBICACIO_COORDENAX_ESCENARI foreign key
  (ID_ESCENARIO)
  references ESCENARIO (ID_ESCENARIO);
```

```
alter table UBICACIONY
  add constraint FK_UBICACIO_COORDENAY_ESCENARI foreign key
  (ID_ESCENARIO)
  references ESCENARIO (ID_ESCENARIO);
```

```
alter table ETIQUETA
  add constraint FK_ETIQUETA_INSTALA_DISPOSIT foreign key
  (ID_DISPOSITIVO)
  references DISPOSITIVO (ID_DISPOSITIVO);
```

```
alter table DISPOSITIVO
  add constraint FK_DISPOSIT_INSTALA2_ETIQUETA foreign key
  (ID_ETIQUETA)
  references ETIQUETA (ID_ETIQUETA);
```

```
alter table DISPOSITIVO
  add constraint FK_DISPOSIT_POSEE_USUARIO foreign key (ID_USUARIO)
  references USUARIO (ID_USUARIO);
```

```
alter table LOCALIZACION
  add constraint FK_LOCALIZA_LOCALIZAC_ETIQUETA foreign key
  (ID_ETIQUETA)
  references ETIQUETA (ID_ETIQUETA);
```

```
alter table LOCALIZACION
  add constraint FK_LOCALIZA_LOCALIZAC_ESCENARI foreign key
  (ID_ESCENARIO)
  references ESCENARIO (ID_ESCENARIO);
```

```
alter table LOCALIZACION
  add constraint FK_LOCALIZA_LOCALIZAC_SOLICITU foreign key
  (ID_SOLICITUD)
```

```
references SOLICITUD (ID_SOLICITUD);
```

```
alter table SOLICITUD
```

```
  add constraint FK_SOLICITU_PROCESA_ADMINIST foreign key  
(ID_ADMINISTRADOR)
```

```
  references ADMINISTRADOR (ID_ADMINISTRADOR);
```

```
alter table SOLICITUD
```

```
  add constraint FK_SOLICITU_REALIZA_USUARIO foreign key (ID_USUARIO)
```

```
  references USUARIO (ID_USUARIO);
```

Anexo 2 Diccionario de datos

Entidad: ADMINISTRADOR					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_administrador	Numérico	8	X	Identificador del administrador
	nombre_admin	Alfanumérico	20		Nombre del administrador
	clave_admin	Alfanumérico	15		Contraseña del administrador
Entidad: DISPOSITIVO					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_dispositivo	Alfanumérico	10	X	Identificador del dispositivo
	id_usuario	Alfanumérico	9		Identificador del usuario
	id_etiqueta	Alfanumérico	19		Identificador de la etiqueta
	tipo_dispositivo	Alfanumérico	3		Tipo del dispositivo ejemplo: Celular
	nombre_dispositivo	Alfanumérico	15		Referencia del dispositivo
	serial_dispositivo	Numérico	8		Serial del dispositivo
	marca_dispositivo	Alfanumérico	20		Marca del dispositivo
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_etiqueta	Alfanumérico	9	Etiqueta	Identificador de la etiqueta
	id_usuario	Alfanumérico	19	Usuario	Identificador del usuario
Entidad: ESCENARIO					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2	X	Identificador del escenario
	nombre_escenario	Alfanumérico	15		Nombre del escenario
	fecha_creacion	Date			Fecha de creación del

					escenario
	fecha_edicion	Date			Fecha de edición del escenario
	longitud_x	Numérico	8		Longitud del largo del escenario
	longitud_y	Numérico	8		Longitud del ancho del escenario
	altura	Numérico	8		Altura del escenario
	nro_min_lectores	Numérico	8		Cantidad de lectores que deben utilizarse como mínimo.
Entidad: ETIQUETA					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_etiqueta	Alfanumérico	19	X	Identificador de la etiqueta
	id_dispositivo	Alfanumérico	10		Identificador del dispositivo
	epc_etiqueta	Alfanumérico	96		Código epc generado para el dispositivo.
	fec_inst_etiqueta	Date			Fecha que se instala la etiqueta
	fec_can_etiqueta	Date			Fecha que se cancela la etiqueta
	estado_etiqueta	Alfanumérico	1		Estado de la etiqueta activa inactiva
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_dispositivo	Alfanumérico	10	Dispositivo	Identificador del dispositivo
Entidad: LECTOR					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_lector	Alfanumérico	10	X	Identificador del lector
	id_escenario	Alfanumérico	2		Identificador

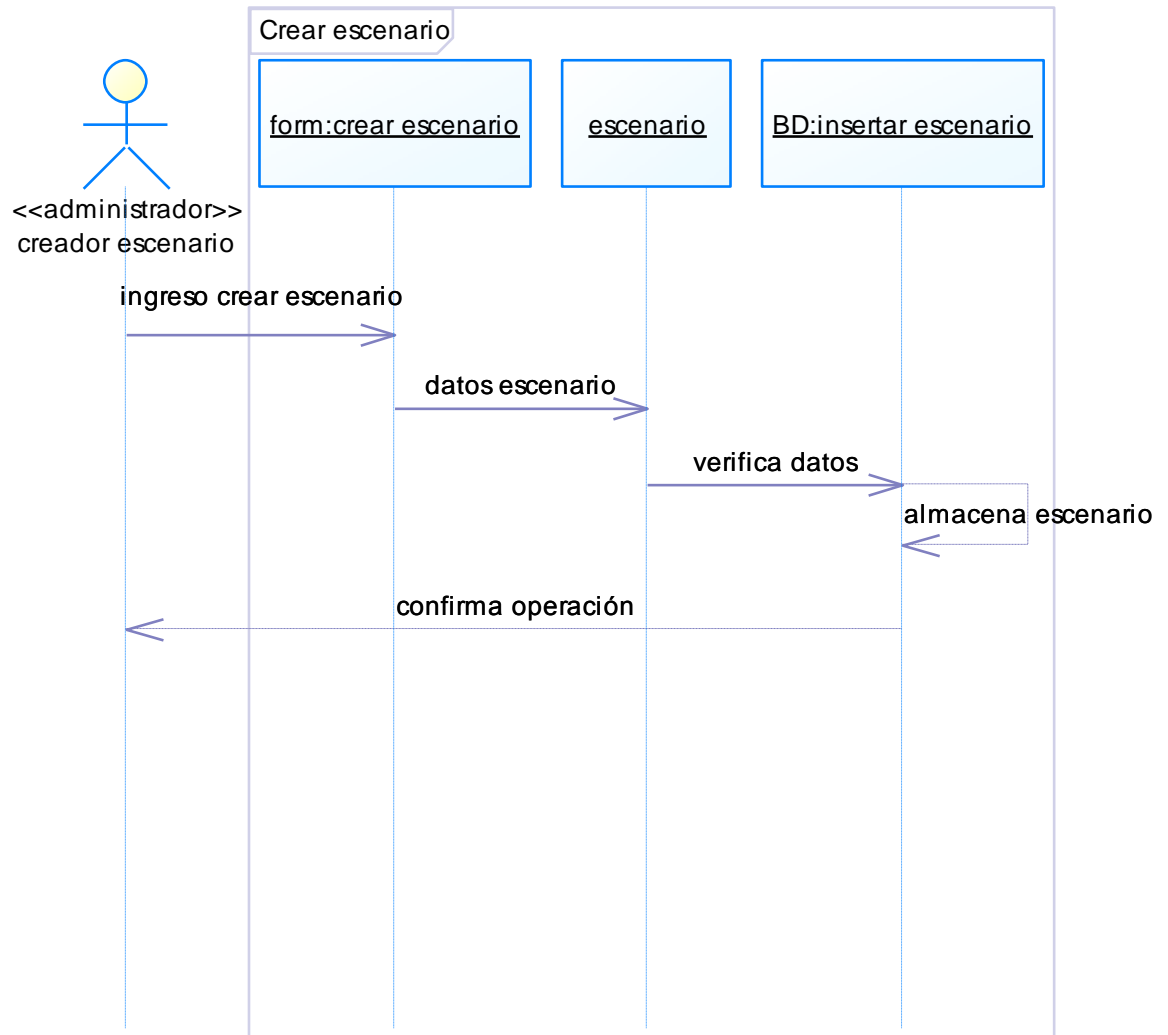
					del escenario
	dir_ipv4_lector	Alfanumérico	15		Dirección IPV4 para el lector
	dir_ipv6_lector	Alfanumérico	32		Dirección IPV6 para el lector
	estado_lector	Alfanumérico	1		Estado del lector
	posicion_x	Numérico	8		Posición del lector en eje x
	posicion_y	Numérico	8		Posición del lector en eje y
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2	Escenario	Identificador del escenario
Entidad: LOCALIZACION					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2		Identificador del escenario
	id_etiqueta	Alfanumérico	19		Identificador de la etiqueta
	id_solicitud	Alfanumérico	10		Identificador de la solicitud
	id_localizacion	Alfanumérico	11		Identificador de la localización
	fecha_localizacion	Date			Fecha que se realiza la localización
	flag_localizado	Alfanumérico	1		Flag que indica si el dispositivo fue localizado
	escenario_loc_final	Alfanumérico	15		Escenario en el que fue localizado
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2	Escenario	Identificador del escenario
	id_etiqueta	Alfanumérico	19	Etiqueta	Identificador de la etiqueta
	id_solicitud	Alfanumérico	10	Solicitud	Identificador de la solicitud
Entidad: SOLICITUD					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción

	id_solicitud	Alfanumérico	10	X	Identificador de la solicitud
	id_usuario	Alfanumérico	9		Identificador del usuario
	id_administrador	Numérico	8		Identificador del administrador
	fecha_solicitud	Date			Fecha que se realiza la solicitud
	fecha_proc_solicitud	Date			Fecha que se procesa la solicitud
	estado_solicitud	Alfanumérico	1		Estado de la solicitud
	escenario_loc_inicio	Alfanumérico	15		Escenario en el que inicia la solicitud
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_usuario	Alfanumérico	9	Usuario	Identificador del usuario
	id_administrador	Numérico	8	Administrador	Identificador del administrador
Entidad: UBICACIONY					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_ubicay	Alfanumérico	10	X	Identificador de la ubicación Y
	id_escenario	Alfanumérico	2		Identificador del escenario
	ubicacion_y	Numérico	8		Ubicación de Y.
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2	Escenario	Identificador del escenario
Entidad: UBICACIONX					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_ubicax	Alfanumérico	10	X	Identificador de la ubicación X
	id_escenario	Alfanumérico	2		Identificador del escenario
	ubicacion_x	Numérico	8		Ubicación de X.

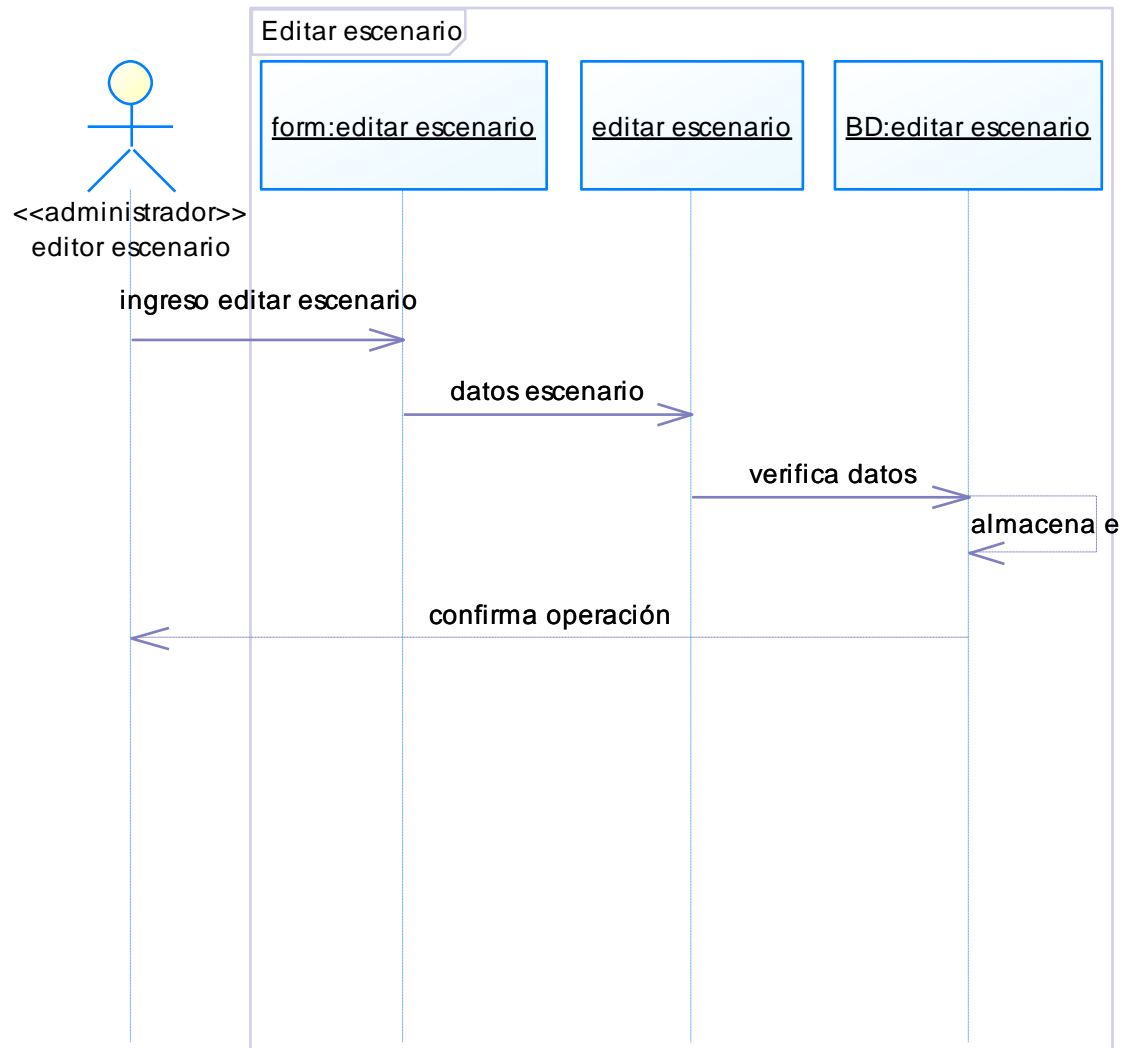
Llaves Foráneas	Nombre	Tipo	Long	Entidad	Descripción
	id_escenario	Alfanumérico	2	Escenario	Identificador del escenario
Entidad: USUARIO					
Atributos	Nombre	Tipo	Long	Llave primaria	Descripción
	id_usuario	Alfanumérico	9	X	Identificador del usuario
	nro_id_usuario	Numérico	12		Numero de identificación del usuario
	tipo_id_usuario	Alfanumérico	2		Tipo de identificación del usuario
	primer_apellido_us	Alfanumérico	15		Primer apellido del usuario
	segundo_apellido_us	Alfanumérico	15		Segundo apellido del usuario
	nombres_usuario	Alfanumérico	30		Nombres del usuario
	email_usuario	Alfanumérico	30		Correo electrónico del usuario
	teléfono_usuario	Alfanumérico	10		Teléfono del usuario
	dir_resid_usuario	Alfanumérico	50		Dirección de residencia del usuario

Anexo 3 Diagramas de secuencia

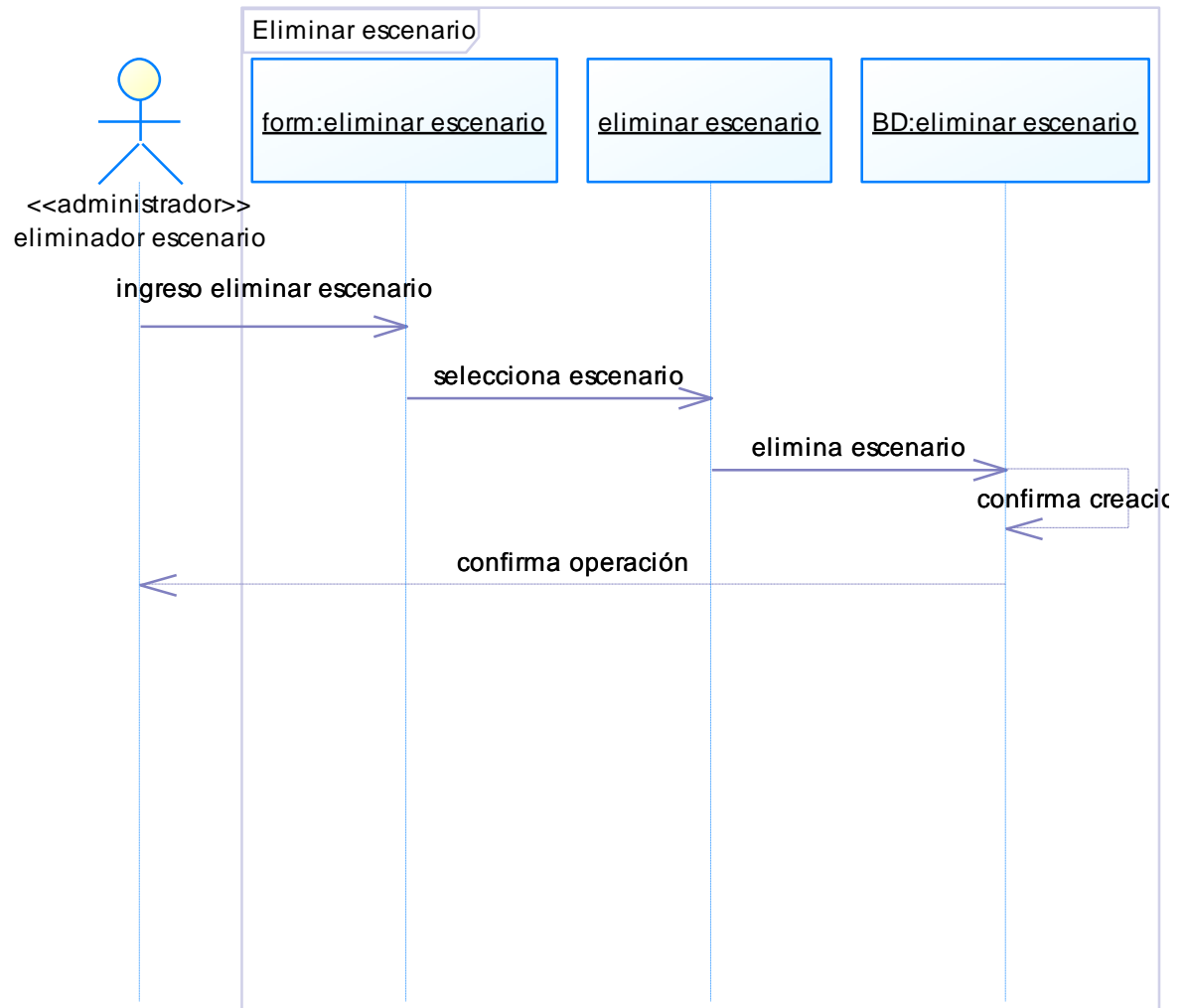
Crear Escenario



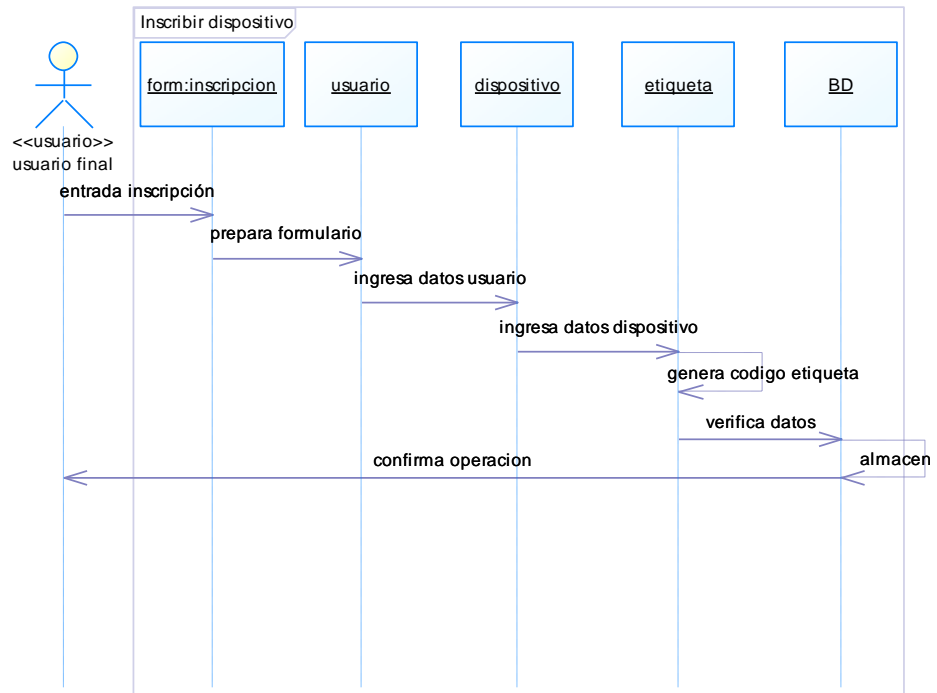
Editar Escenario



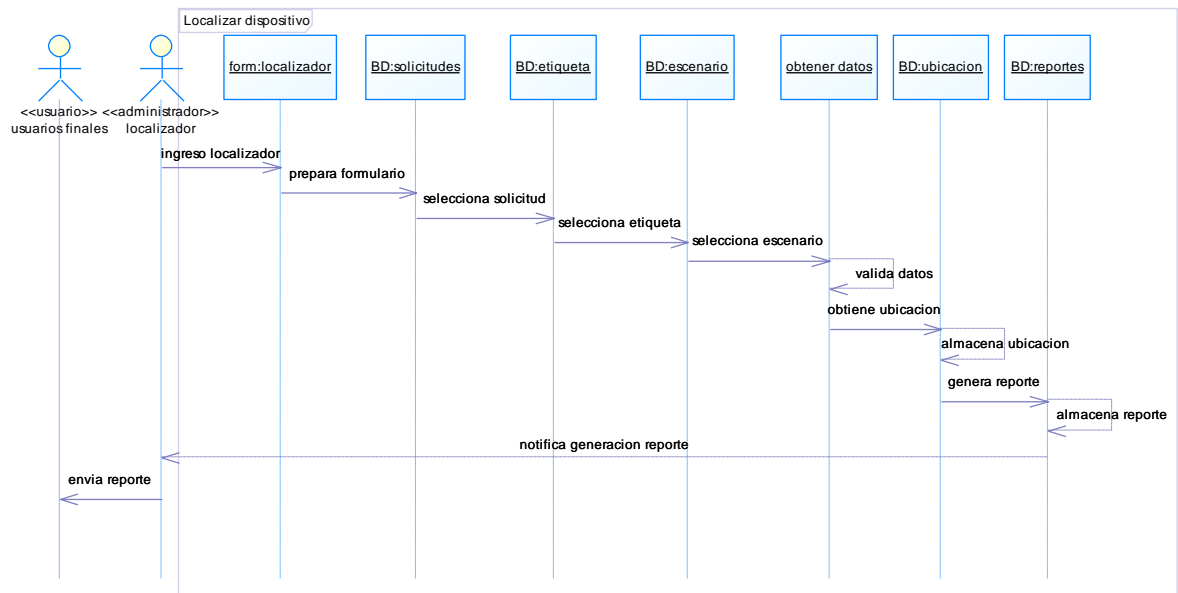
Eliminar Escenario



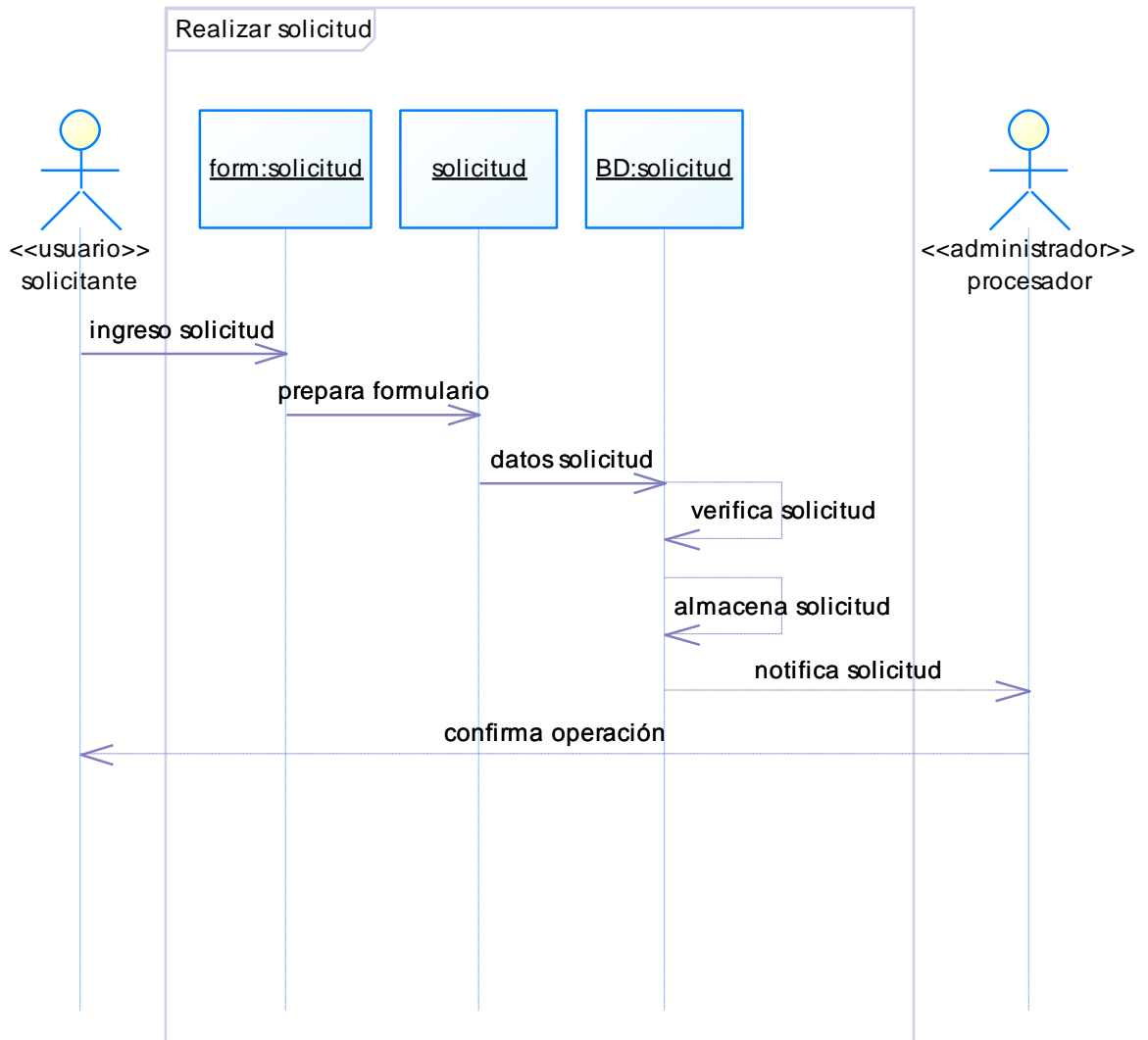
Inscribir dispositivo



Localizar dispositivo



Realizar Solicitud



Anexo 4 Aplicación

Interfaz de activación de etiquetas



Localización de dispositivos móviles

Seleccíonar usuario

Identificacíón de usuario Nro Etiqueta

Datos de usuario

Apellidos

Nombres

Tipo dispositivo

Marca dispositivo

Nro Serial

Referencia

Datos de etiqueta

Generar còdigo EPC

Fecha de instalaciòn

Interfaz de validación de solicitudes



Localización de dispositivos móviles

Selecciónar solicitud

Número Solicitud

Datos de solicitud

No. Identificación	<input type="text"/>	No. Etiqueta	<input type="text"/>
Apellidos portador	<input type="text"/>		
Nombres portador	<input type="text"/>		
Tipo de dispositivo	<input type="text"/>	Marca de dispositivo	<input type="text"/>
Serial dispositivo	<input type="text"/>	Referencia dispositivo	<input type="text"/>

Validación de la solicitud

☐ Solicitud válida Observaciones

Inicio de sesión de administrador



Localización de dispositivos móviles

Inicio de sesión


Nombre de usuario

Contraseña

Zona de administración para tareas de localización

Usuarios

Creación de escenarios



Localización de dispositivos móviles

UNIVERSIDAD LIBRE
COLOMBIA

Crear escenario | Editar escenario | Eliminar escenario

Datos de escenario

Escenario

Dimensiones

Longitud X

Longitud Y

Altura

Nro de lectores

Aceptar

Cancelar


Salir

Número de lectores

Calcular

Manual

Edición de escenarios



Localización de dispositivos móviles

Crear escenario | Editar escenario | Eliminar escenario

Seleccionar escenario

Escenario

Datos de escenario

Dimensiones

Longitud X

Longitud Y

Altura

Nro de lectores

Aceptar

Cancelar


Salir

Número de lectores

Calcular

Manual

Eliminación de escenarios



Localización de dispositivos móviles

Crear escenario | Editar escenario | **Eliminar escenario**

Seleccionar escenario

Escenario

Datos de escenario

Dimensiones

Longitud X

Longitud Y


Altura

Nro de lectores

Aceptar

Salir

Desactivación de etiquetas



Localización de dispositivos móviles

Seleccionar usuario

Identificación de usuario Nro Etiqueta

Datos de usuario

Apellidos

Nombres

Tipo dispositivo

Marca dispositivo

Nro Serial

Referencia

Datos de etiqueta

Código EPC

Fecha de cancelación

Aceptar Cancelar Salir

Inicio de la aplicación



Localización de dispositivos móviles

Usuarios

Inscribir dispositivo

Solicitar servicio de detección

Administradores

Iniciar sesión

Inscripción de dispositivo

Inscripción de dispositivos

Localización de dispositivos móviles



Datos de usuario

Nro Identificación

☒ Cédula ciudadanía ☐ Tarjeta identidad ☐ Cédula extranjería ☐ Pasaporte

Primer apellido

Segundo apellido

Nombres

E-mail

Teléfono

Dirección

Datos de dispositivo

Tipo de dispositivo Referencia

Marca de dispositivo Nro Serial

Interfaz de lectores



Localización de dispositivos móviles

Datos de lector

Dirección IPv4

Dirección IPv6


Ubicación X Ubicación Y

Escenario

<< Anterior Aceptar Siguiente >>

Finalizado

Interfaz de Localización



Localización de dispositivos móviles

UNIVERSIDAD LIBRE
COLOMBIA

Seleccionar solicitud
Número Solicitud

Datos de detección
Escenario
Escenario inicial

☐ Activar todos

Lectores
Lector ☐ Activar todos

Escenario

Solicitudes de usuario



Localización de dispositivos móviles

Selección de usuario

Nro Identificación



Nro Etiqueta

Datos de solicitud

Nombre usuario

Lugar de búsqueda

Tipo de dispositivo

Marca de dispositivo

Referencia

Nro Serial

Cancelar

Aceptar

Salir